А. П. Кашкаров

МАРКИРОВКА РАДИОЭЛЕМЕНТОВ

справочник



УДК 621.3
ББК 32.845
К31

Кашкаров А.П.

К31 Маркировка радиоэлементов: Справочник.— М.: ИП РадиоСофт, 2010.— 144 с.: ил.

ISBN 978-5-93037-221-2

Перед вами издание, представляющее собой дополнение к «Популярному справочнику радиолюбителя», выпущенному в свет издательством «РадиоСофт» в 2008 году для радиолюбителей и профессионалов, занимающихся самостоятельным техническим творчеством в области радиоэлектроники. Добавлены полезные сведения по полупроводниковым элементам и введены цветные вкладки с изображениями маркировок SMD корпусов для поверхностного монтажа, углубленно рассмотрена вся палитра кодировки радиоэлементов. В книге собраны сведения из нескольких справочников, что делает ее незаменимым пособием для повседневной работы. Систематизированные справочные сведения помогут отремонтировать сложную промышленную радиоаппаратуру с минимумом приборов настройки, затратив всего несколько часов бесценного времени.

Информационный справочник в доступном печатном изложении намного более полезен широкому кругу читателей, радиолюбителей и специалистов, чем фрагментированная информация на Интернет-сайтах и «даташитах».

УДК 621.3
ББК 32.845

ISBN 978-5-93037-221-2

Оглавление

Глава 1

ЭЛЕМЕНТЫ В SMD ИСПОЛНЕНИИ

Электронные элементы для поверхностного монтажа прочно вошли в нашу жизнь и занимают в современных электронных устройствах место не менее 80% от числа всех производимых промышленностью электронных приборов. Чтобы ярко представить себе вид этих элементов достаточно открыть корпус любого современного устройства, например, мобильного телефона. В далеком прошлом элементы SMD можно было увидеть разве что в наручных электронных часах и разработках ВПК.

Сегодня любой современный печатный монтаж, сделанный производственным способом (то есть серийно), не мыслим без электронных компонентов, имеющих малые размеры и поверхностный монтаж на плате. Они получили названия планарных элементов в SMD (SMT) корпусах. Внешний вид различных корпусов элементов для поверхностного монтажа представлен на цветной вкладке (рис. 1.1).

Радиолюбители не всегда применяют их из-за трудностей монтажа (используется технология насыщения, минимизация и интеграция дорожек и мест для пайки элементов в печатном монтаже). А для ремонтников-профессионалов радиоаппаратуры и радиолюбителей с достаточными навыками и опытом, SMD элементы — основной рабочий материал.

Возможны ситуации, когда фирмы-производители в один и тот же корпус под одной и той же маркировкой помещают разные по назначению и электрическим

характеристикам приборы. Различить такие «совпадения» на плате можно только по опыту общения с ними, по окружающим их компонентам «обвески» и схеме включения.

К сожалению, иногда путаница наблюдается и с цоколевкой выводов элементов в одинаковых SMD корпусах, выпускающихся разными фирмами. Это происходит из-за неоправданно большого (на сегодняшний день) количества действующих стандартов, регламентирующих требования к таким корпусам. Практически каждый производитель (особенно зарубежный) работает по своим стандартам. Это происходит потому, что органы стандартизации не поспевают за новыми разработками производителей. От этой ситуации нельзя собрать качественный урожай и путь прогресса уже идет к единой стандартизации корпусов и обозначений элементов для поверхностного монтажа. А пока встречаются элементы, корпус которых имеет стандартные размеры, но нестандартное название.

Корпуса с одним и тем же названием могут иметь разную высоту. Объясняется это необходимостью. К примеру, для конденсаторов в зависимости от емкости и рабочего напряжения, для резисторов — от величины рассеиваемой мощности.

Далее в главе 1 представлены транзисторы в корпусах SOT. SOT (SOD) — Small Outline Transistor (Diode) означает «транзистор (диод) с миниатюрными выводами». Для поверхностного монтажа в миниатюрных корпусах представлен весь спектр дискретных элементов, а также различных микросборок. Так, в корпуса SOT помещают не только транзисторы [в том числе изготовленные по технологии металл-окисел-полупроводник (МОП-полевые)] и диоды, но и оптоэлектронные приборы различного назначения, транзисторы с резисторами, составные и объединенные транзисторы Дарлингтона, стабилитроны, целые схемы стабилизаторов напряжения, переклю-

чатели, коммутаторы и даже операционные усилители, где количество выводов не превышает трех.

Обозначения корпусов транзисторов для поверхностного монтажа не ограничиваются аббревиатурой SOT (SOD, SC-70, TO-253 и др.) — их основное отличие в типоразмерах и расположении выводов на корпусе.

1.1. Маркировка и особенности корпусов SMD элементов

Малые размеры SMD элементов и соответственно малые зазоры между контактными площадками для них на плате ограничивают допустимое рабочее напряжение устройства. Поэтому те узлы, которые работают при большом напряжении, лучше выполнять обычным монтажом. Миниатюрность SMD элементов определяет специфические особенности их маркировки. Аббревиатура SMD расшифровывается также и как Surface Mounted Device.

Часто название корпуса состоит из четырех цифр, которые отображают его длину и ширину. Ниже приведены размеры в миллиметрах наиболее популярных типов корпусов.

В таблице 1.1. представлены особенности корпусов SMD элементов.

Таблица 1.1

Особенности разных корпусов SMD элементов для поверхностного монтажа

Тип корпуса	*L**, мм	*W**, мм	*H***, мм	*k*, мм
0402(1005)	1,0	0,5	0,35...0,55	0,2
0603 (1608)	1,6	0,8	0,45...0,95	0,3
0805 (2012)[1]	2,0	1,25	0,4...1,6	0,5
1206 (3216)[2]	3,2	1,6	0,4...1,75	0,5
1210 (3225)	3,2	2,5	0,55...1,9	0,5

Окончание табл. 1.1

Тип корпуса	L*, мм	W*, мм	H**, мм	k, мм
1218 (3245)	3,2	4,5	0,55...1,9	0,5
1806 (4516)	4,5	1,6	1,6	0,5
1808 (4520)	4,5	2,0	2,0	0,5
1812 (4532)	4,5	3,2	0,6...2,3	0,5
2010 (5025)	5,0	2,5	0,55	0,5
2220 (5750)	5,7	5,0	1,7	0,5
2225 (5763)	5,7	6,3	2,0	0,5
2512 (6432)	6,4	3,2	2,0	0,6
2824 (7161)	7,1	6,1	3,9	0,5
3225 (8063)	8,0	6,3	3,2	0,5
4030	10,2	7,6	3,9	0,5
4032	10,2	8,0	3,2	0,5
5040	12,7	10,2	4,8	0,5
6054	15,2	13,7	4,8	0,5

[1] ГОСТ Р1-12-0.062.
[2] ГОСТ Р1-12-0.125; Р1-16.

В таблице 1.2 представлены конденсаторы, резисторы, варисторы, диоды, стабилитроны и стабисторы, внешний вид корпусов которых представлен на вкладке, рис. 1.1.

Таблица 1.2

Особенности типоразмеров корпусов SMD
(продолжение)

Тип корпуса	L*, мм	W*, мм	H**, мм	F, мм	Примечание
2012 (0805)	2,0	1,2	1,2	1,1	EIAJ
3216 (1206)	3,2	1,6	1,6	1,2	EIAJ
3216L	3,2	1,6	1,2	1,2	EIAJ
3528	3,5	2,8	1,9	2,2	EIAJ
3528L	3,5	2,8	1,2	2,2	EIAJ
5832	5,8	3,2	1,5	2,2	Нет данных

Окончание табл. 1.2

Тип корпуса	*L**, мм	*W**, мм	*H***, мм	*F*, мм	Примечание
5845	5,8	4,5	3,1	2,2	EIAJ
6032	6,0	3,2	2,5	2,2	EIAJ
7343	7,3	4,3	2,8	2,4	EIAJ
7343H	7,3	4,3	4,3	2,4	EIAJ
DO-214AA	5,4	3,6	2,3	2,05	JEDEC
DO-214AB	7,95	5,9	2,3	3,0	JEDEC
DO-214AC	5,2	2,6	2,4	1,4	JEDEC
DO-214BA	5,25	2,6	2,95	1,3	JEDEC
SMA	5,2	2,6	2,3	1,45	MOTOROLA
SMB	5,4	3,6	2,3	2,05	MOTOROLA
SMC	7,95	5,9	2,3	3,0	MOTOROLA
SOD 6	5,5	3,8	2,5	2,2	ST
SOD 15	7,8	5,0	2,8	3,0	ST

В таблицах 1.3, 1.4 представлены конденсаторы, резисторы, диоды и стабилитроны в SMD исполнении, форма корпусов которых иллюстрирована на вкладке, рис. 1.2.

Таблица 1.3

Особенности корпусов SMD элементов
(продолжение)

Тип корпуса	*L**, мм	*L1**, мм	*W**, мм	*H***, мм	*B*, мм	Примечание (фирма)
DO-215AA	4,3	6,2	3,6	2,3	2,05	JEDEC
DO-215AB	6,85	9,9	5,9	2,3	3,0	JEDEC
DO-215AC	4,3	6,1	2,6	2,4	1,4	JEDEC
DO-215BA	4,45	6,2	2,6	2,95	1,3	JEDEC
ESC	1,2	1,6	0,8	0,6	0,3	TOSHIBA
SOD-123	2,7	3,7	1,55	1,35	0,6	PHILIPS
SOD-323	1,7	2,5	1,25	1,0	0,3	PHILIPS
SSC	1,3	2,1	0,8	0,8	0,3	TOSHIBA

Таблица 1.4

Особенности корпусов SMD элементов
(продолжение)

Тип корпуса	*L**, мм	*D**, мм	*F**, мм	*S**, мм	Примечание (фирма)
DO-213AA (SOD80)	3,5	1,65	0,48	0,03	JEDEC
DO-213AB (MELF)	5,0	2,52	0,48	0,03	JEDEC
DO-213AC	3,45	1,4	0,42	—	JEDEC
ERD03LL	1,6	1,0	0,2	0,05	PANASONIC
ER021L	2,0	1,25	0,3	0,07	PANASONIC
ERSM	5,9	2,2	0,6	0,15	PANASONIC, ГОСТ Р1-11
MELF	5,0	2,5	0,5	0,1	CENTS
SOD80 (miniMELF)	3,5	1,6	0,3	0,075	PHILIPS
SOD80C	3,6	1,52	0,3	0,075	PHILIPS
SOD87	3,5	2,05	0,3	0,075	PHILIPS

Примечания к табл. 1.1—1.4

* В зависимости от фирменных технологий варьируются нормируемые разбросы относительно базовых габаритов и отличаются в разных случаях. Наиболее распространенные допуски: ±0,05 мм — для корпуса длиной до 1 мм, к примеру, 0402; ±0,1 мм — до 2 мм, к примеру, SOD-323; ±0,2 мм — до 5 мм; ±0,5 мм — свыше 5 мм. Небольшие расхождения в размерах у разных фирм обусловлены различной степенью точности перевода дюймов в миллиметры, а также указанием только минимального, максимального или номинального размера.

** Корпуса SMD элементов с одним и тем же названием могут иметь разную высоту. Это обусловлено: для конденсаторов — величиной емкости и рабочим напряжением, для резисторов — рассеиваемой мощностью.

1.2. Маркировка кодов SMD элементов, нанесенная на корпусах

В настоящее время более 10 000 типов SMD элементов выпускаются различными фирмами. Поэтому трехсимвольный код, включающий в себя 10 цифр и 26 латинских букв. Фирмы, освоившие технологию SMD раньше других, используют преимущественно двухсимвольную маркировку (к примеру, *Siemens*, *Motorola*). Трех- или четырехсимвольный код — *Maxim Integrated Product, Texas Instruments*. Маркировка наносится на SMD корпус с помощью лазера (или трафаретной печатью символов белой краской), что и позволяет размещать до 8 знаков на ограниченной площади 4 мм^2 (*Pan Jit*). Производители размещают на корпусе SMD элементов и дополнительную технологическую информацию — дату изготовления и (или) код партии выпуска. К примеру, в приборах фирмы *Analog Devices* первый символ дополнительной информации означает год выпуска «7» (1997 г.), «А» (2001 г.), второй — двухнедельное окно от начала календарного года «А» до «Z».

Код пишется более крупным шрифтом и располагается в верхнем левом углу корпуса, все остальное — технологическая информация. Чаще встречается корпус SOT-23 (Small Outline Transistor) — рис. 1.1. В таблицах 1.5—1.8 рассмотрим особенности нанесения маркировки на корпуса SMD элементов с разным числом выводов.

1.2.1. SMD элементы с пятью выводами

Таблица 1.5

SMD элементы (электронные радиоэлементы — ЭРЭ) с пятью выводами

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
Корпус SOT23/5			
A4	S-80740SL-A4	T3	SE

Продолжение табл. 1.5

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
A6	S-80742SL-A6	T3	SE
A9	S-80745SL-A9	T3	SE
AA-BX	MAX4162EUK	U2	MX
AF	S-80718SL-AF	T3	SE
AG	S-80719SL-AG	T3	SE
AH	S-80720SL-AH	T3	SE
AJ	S-80721SL-AJ	T3	SE
AL	S-80723SL-AL	T3	SE
AN	S-80725SL-AN	T3	SE
AQ	S-80727SL-AQ	T3	SE
AR	S-80728SL-AR	T3	SE
AT	S-80730SL-AT	T3	SE
AW	S-80732SL-AW	T3	SE
AX	S-80733SL-AX	T3	SE
AZ	S-80735SL-AZ	T3	SE
D4	S-80740SN-D4	T3	SE
D6	S-80744SN-D6	T3	SE
D8	S-80744SN-D8	T3	SE
D9	S-80745SN-D9	T3	SE
DE	S-80717SN-DE	T3	SE
DG	S-80719SN-DG	T3	SE
DH	S-80720SN-DH	T3	SE
DJ	S-80721SN-DJ	T3	SE
DL	S-80723SN-DL	T3	SE
DM	S-80724SN-DM	T3	SE
DN	S-80725SN-DN	T3	SE
DQ	S-80727SN-DQ	T3	SE
DR	S-80728SN-DR	T3	SE
DT	S-80730SN-DT	T3	SE
DX	S-80733SN-DX	T3	SE

Продолжение табл. 1.5

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
DZ	S-80735SN-DZ	T3	SE
EE	S-80750SL-EE	T3	SE
EF	S-80751SL-EF	T3	SE
EG	S-80752SL-EG	T3	SE
ER	S-80761SL-ER	T3	SE
IE	S-81247SG-IE	T3	SE
J8	S-80777SN-J8	T3	SE
JE	S-80750SN-JE	T3	SE
JF	S-80751SN-JF	T3	SE
XL	S-8436HF-XL	T3	SE
Корпус SOT89/5			
Q5	S-81245SG-Q5	T2	SE
QA	S-81211SG-QA	T2	SE
QB	S-81230SG-QB	T2	SE
QD	S-81250SG-QD	T2	SE
QE	S-81237SG-QE	T2	SE
QF	S-81233SG-QF	T2	SE
QH	S-81225SG-QH	T2	SE
QI	S-81235SG-QI	T2	SE
QJ	S-81240SG-QJ	T2	SE
QK	S-81215SG-QK	T2	SE
QL	S-81252SG-QL	T2	SE
QM	S-81265SG-QM	T2	SE
QO	S-81217SG-QQ	T2	SE
QR	S-81218SG-QR	T2	SE
QS	S-81220SG-QS	T2	SE
QW	S-81223SG-QW	T2	SE
QX	S-81224SG-QX	T2	SE
S7	S-8435DF-S7	T2	SE
D6	S-80742SN-D6	T2	SE

Окончание табл. 1.5

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
SB	S-8435BF-SB	T2	SE
SD	S-8435CF-SD	T2	SE
SE	S-8435EF-SE	T2	SE
SK	S-8435AF-SK	T2	SE
VAA-C	TLV2361CDBV	T2	SE
VAAI	TLV2361ICDBV	O1	SE
VAB-C	TLV1391CDBV	O1	SE
VABI	TLV1391CIDBV	O2	SE
VAC-C	TLV2211CDBV	O2	SE
VACI	TLV2211ICDBV	O1	SE
VAO-C	TLV2221CDBV	O1	SE
VADI	TLV2221ICDBV	O1	SE
VAE-C	TLV2231CDBV	O1	SE
VAEI	TLV2231ICDBV	O1	SE
WD	S-8435GF-WD	T2	SE
WK	S-8435FF-WK	T2	SE
X7	S-8436DF-X7	T2	SE
XB	S-8436BF-XB	T2	SE
XD	S-8436CF-XD	T2	SE
XK	S-8436AF-XK	T2	SE
YK	S-8436FF-YK	T2	SE
ZA	S-8437AF-ZA	T2	SE
ZB	S-8438AF-ZB	T2	SE

Методика определение кода и типа элемента. Как определить тип элемента, если одному маркировочному коду соответствует сразу несколько вариантов, к примеру, код А4, встречающийся 8 раз.

По внешнему виду и размерам электронного радиоэлемента определяем наиболее вероятный тип корпуса. Затем анализируем по электрической схеме предполагаемые функции электронного радиоэлемента.

К примеру, варикап вряд ли будет находиться в силовой части устройства, а стабилизатор напряжения — в ключевой схеме индикации. Еще одна подсказка находится в анализе подтипов электронных радиоэлементов. К примеру, транзисторы BC847A и SMBTA43 фирмы *Siemens* имеют одинаковую маркировку, а также корпус, тип проводимости, однако первый из них обычный, а второй — высоковольтный.

Многие фирмы, покупая лицензию на изготовление того или другого электронного радиоэлемента, либо оставляют ему прежнее условное название, либо заменяют префикс фирмы, либо добавляют в конце названия отличительные индексы. Поэтому маркировочный код SMD элемента обычно не меняют. К примеру, фирма *Motorola* добавляет в маркировку символы «LT1», поэтому логично, что транзистор BC846ALT1 (*Motorola*) эквивалентен по маркировке и электрическим параметрам транзистору BC846A (*Siemens*).

1.2.2. Четырехвыводные SMD элементы

Таблица 1.7

Четырехвыводные SMD

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма	Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
Корпус SOT-143				3J	BCV62A	P5	SI
14	ВАЛ 14-099-R	F4	SI	3K	BCV62B	P5	SI
17	BAS125-07	F2	SI	3L	BCV62C	P5	SI
18	BFP181T	N2	TL	414	AT-41411	N2	HP
1U	BCV61A	N5	SI	415	AT-41511	N2	HP
1K	BCV61B	N5	SI	47	BAS40-07	F2	SI
1L	BCV61C	N5	SI	503	S503T	U1	TL
28	BFP280T	N2	TL	504	S504T	U1	TL
305	AT-30511	N2	HP	57	BAT17-07	F2	SI
310	AT-31011	N2	HP	593	S593T	U1	TL
320	AT-32011	N2	HP	594	S594T	U1	TL

Окончание табл. 1.7

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
595	S595T	U1	TL
60	BAR60	D3	SI
605	FZT605	N4	ZE
61	BAR61	D3	SI
62	BAT62	F2	SI
63	BAT63	F2	SI
651	PZTA651T1	N1	MO
67	BAT64-07	F2	SI
67	BFP67	N2	TL
705	FZT705	P4	ZE
77	BAS70-07	F2	SI
822	S822T	N2	TL
82P	BFP182T	N2	TL
83P	BFP183T	N2	TL
849	S849T	U1	TL
858	S858TA1	U2	TL
860	S860T	U2	TL
868	S868T	U2	TL
Корпус SOT-343			
87	BAT68-07	F2	SI
888	S888T	A2	TL
913	S913T	U1	TL
918	S918T	U1	TL
92V	BFP92A	N2	TL
949	S949T	U1	TL
A06	MSA-0611	U2	HP
A07	MSA-0711	U2	HP
A2	CFY30	A1	SI
A31	MSA-2011	U2	HP

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
A5	HSMS-2805	F2	HP
A7	HSMS-2807	F4	HP
A8	HSMS-2808	F4	HP
AA	BAR80	D1	SI
AH	BCP53T1	P1	MO
AL	BFP405	N2	SI
AM	BFP420	N2	SI
AN	BFP450	N2	SI
AS3	BSP52T1	N4	MO
B5	HSMS-2815	F2	HP
B7	HSMS-2817	F4	HP
B8	HSMS-2818	F4	HP
BB	BAR81	D1	SI
BH	BCP56T1	N1	MO
BL	BGA310	U2	SI
BM	BGA312	U2	SI
BN	BGA318	U2	SI
BS3	BSP62T1	P4	MO
C5	HSMS-2825	F2	HP
C7	HSMS-2827	F4	HP
C8	HSMS-2828	F4	HP
C9	HSMS-2829	F4	HP
CA	BCP68T1	N1	MO
CE	BCP69T1	P1	MO
E5	MDC5000T1	U3	MO
F05	TSDF1205	N2	TL
F20	TSDF1220	N2	TL
FA	BFP81	N2	SI
FE	BFP93A	N2	SI
G2	CGY50	U1	SI

1.2.3. Особенности определения

Существуют особенности и в определении типов элементов по маркировке. К примеру, одинаковые по внешним атрибутам и маркировке сапрессоры P4SMAJ5.0CA (фирмы *Pan Jit*) и 1SMA58AT3 (*Motorola*) имеют разные напряжения ограничения. Ориентироваться в этом случае можно по фирменным особенностям корпуса ЭРЭ или характеру технологических надписей на нем, включая витиеватый «китайский» шрифт фирмы *Pan Jit*.

При отсутствии необходимого кода следует поискать наиболее близкий к нему вариант и оценить параметры соответствующего элемента. Возможно, что «лишняя» буква в конце маркировки указывает на несущественные особенности.

Элементы фирмы *Hewlett-Packard* в корпусах SOT-23 и SOT-143 могут быть как со стандартным, так и с уменьшенным (по высоте) профилем. Низкий профиль указывается добавлением индекса «L» по образцу: «AO» — стандартный профиль, «AOL» — уменьшенный.

Таблица 1.8

Четырехвыводные SMD

(продолжение)

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма	Корпус
HH	BBY51-07	V2	SI	SOT-143
JK	BF1009	A2	SI	
JL	BF1009S	A2	SI	
JP	BAW101	E2	SI	
JS	BAW100	E2	SI	
JT	BAS28	E2	SI	
JXAA	MAX6160EU-S	T1	MX	
MB	BF995	A2	SI	
MG	BF994S	A2	SI	
MH	BF996S	A2	SI	

Продолжение табл. 1.8

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма	Корпус
MO	BF998	A2	SI	SOT-143
MS	CF739	A2	SI	
MX	CF750	U1	SI	
MY	BF1012	A2	SI	
MZ	BF1005	A2	SI	
N30	INA-30311	U2	HP	
N36	BFG520	N2	PS	
N37	BFG540	N2	PS	
N50	INA-50311	U2	HP	
NA	CFY35-20	A1	SI	
NB	CFY35-23	A1	SI	
NY	BF1012S	A2	SI	
NZ	BF1005S	A2	SI	
P1D	PZTA42T1	N3	MO	SOT-223
P1F	PZT2222AT1	N1	MO	
P1N	PZTA14T1	N4	MO	
P2D	PZTA92T1	P3	MO	
P2F	PZT2907AT1	P1	MO	
P2V	PZTA64T1	P4	MO	
P5	HSMS-2855	F2	HP	SOT-143
PT	BAR64-07	D2	SI	
R5	HSMS-8205	F2	HP	
R7	HSMS-8207	F4	HP	
RA	BF772	N2	SI	
RA	BF772W	N2	SI	SOT-343
RC	BFP193	N2	SI	SOT-143
RC	BFP193W	N2	SI	SOT-343
RD	BFP180	N2	SI	SOT-143
RD	BFP180W	N2	SI	SOT-343

Продолжение табл. 1.8

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма	Корпус
G5	HSMP-3895	E2	HP	SOT-143
RE	BFP280	N2	SI	SOT-143
RE	BFP280W	N2	SI	SOT-343
RF	BFP181	N2	SI	SOT-143
RF	BFP181W	N2	SI	SOT-343
RG	BFP182	N2	SI	SOT-143
RG	BFP182W	N2	SI	SOT-343
RH	BFP183	N2	SI	SOT-143
RH	BFP183W	N2	SI	SOT-343
RI	BFP196	N2	SI	SOT-143
RI	BFP196W	N2	SI	SOT-343
RK	BFP194	P2	SI	SOT-143
S5	BAT15-099	F2	SI	
S6	BAT15-099R	F4	SI	
S7	BAT114-099	F2	SI	
S8	BAT14-099R	F4	SI	
S9	BAT14-099	F2	SI	
T5	HSMS-2865	F2	HP	
TA3	S858TA3	U2	TL	
U1	BGX50A	E4	SI	
V3	BFG67	N2	PS	
V5	BFG197	N2	PS	
W18	BFP181TRW	N2	TL	SOT-343
W18	BFP181TW	N2	TL	
W22	S822TRW	N2	TL	
W22	S822TW	N2	TL	
W28	BFP280TRW	N2	TL	
W28	BFP280TW	N2	TL	
W4	BCR400R	U3	SI	
W4	BCR400W	U3	SI	

Окончание табл. 1.8

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма	Корпус
W67	BFP67W	N2	TL	SOT-343
W82	BFP182TRW	N2	TL	
W82	BFP182TW	N2	TL	
W83	BFP183TRW	N2	TL	
W83	BFP183TW	N2	TL	
W92	BFP92AW	N2	TL	
WF0	TSDF1205	N2	TL	
WF2	TSDF1220	N2	TL	
WFE	BFP93AW	N2	TL	
WM-0	BF998RW	A2	TL	

Технические данные о зарубежных элементах, приводимые в datasheet*ax*, случается, содержат неполные указания по маркировке.

1.3. Коды и особенности маркировки SMD элементов

Несмотря на все попытки стандартизации, фирмы-изготовители до сих пор изобретают все новые разновидности SMD корпусов и бессистемно присваивают своим элементам маркировочные коды. К примеру, транзистор BFR93A выпускается не только фирмой *Siemens*, но и *Philips Semiconductors*, и *Temic Telefunken*.

Зная маркировочный код и размеры элемента, можно определить тип элемента и фирму-изготовитель, а затем по каталогам найти электрические параметры и подобрать возможную замену.

Многие фирмы используют свои собственные названия корпуса. Наиболее часто встречается корпус SOT-23. Отечественные типы корпусов, такие как КТ-46 — аналог SOT-23, КТ-47 — аналог SOT-89, КТ-48 — аналог

SOT-143, были зафиксированы в отечественном ГОСТе в 1988 году.

Отечественные производители (на территории постсоветского пространства) SMD элементов маркируют, как правило, только на упаковочной таре, транзисторы КТ3130А9 и другие — еще и разноцветными метками на корпусе (рис. 1.3 на вкладке).

Корпуса SOT-23/5 (SOT-23-5) и SOT-89/5 (SOT-89-5) — рис. 1.1, где цифра «5» указывает на количество выводов, появились относительно недавно. Их легко можно перепутать с трехвыводными SOT-23 и SOT-89.

Несмотря на внешнюю миниатюрность SMD элементов, их параметры, включая рассеиваемую мощность, мало чем отличаются от корпусных аналогов. Так, в справочных данных на транзисторы в корпусе SOT-23 указывается максимально допустимая мощность в диапазоне 0,25...0,4 Вт, в корпусе SOT-89 — 0,5...0,8 Вт, в корпусе SOT-223 — 1...2 Вт.

Маркировочный код элементов может быть цифровым, буквенным или буквенно-цифровым. Количество символов кода от 1 до 4, при этом полное наименование элемента содержит от 5 до14 знако-символов.

1.3.1. Соответствие сокращенной маркировки на корпусе SMD элементов фирмам-производителям

В таблице 1.9 представлено соответствие сокращенной маркировки на корпусе SMD элементов фирмам-производителям.

Таблица 1.9

Соответствие сокращенной маркировки на корпусах SMD элементов фирмам-производителям

Тип	Фирма	Тип	Фирма
AD	Analog Devices	IR	International Rectifier
HP	Hewlett-Packard	MO	Motorola

Окончание табл. 1.9

Тип	Фирма	Тип	Фирма
MX	Maxim Integrated Products	SG	SGS-Thomson Microelectronics
NS	National Semiconductor	SI	Siemens AG
PC	Philips Components	SX	Siliconix
PJ	Pan Jit	TI	Texas Instruments
PS	Philips Semiconductors	TL	Temic Telefunken
SE	Seiko Instruments	ZE	Zetex

1.3.2. Коды маркировки SMD элементов различных фирм

В таблице 1.10 представлены коды маркировки SMD элементов различных фирм.

Таблица 1.10

Коды маркировки SMD элементов различных фирм

Тип корпуса	Фирма, страна	Габаритные размеры			
		A, мм	*B*, мм	*C*, мм	*D*, мм
SOT-23	Motorola	1,2–1,39	2,8–3,04	0,89–1,11	0,37–0,5
SOT-23	Philips	1,2–1,4	2,8–3,0	1,0–1,3	0,3–0,48
SOT-23	Siemens	1,2–1,4	2,8–3,0	1,1 max	0,35–0,5
SOT-23	SGS-Thomson	1,2–1,4	2,8–3,0	0,93–1,04	0,37–0,46
SOT-23S	SGS-Thomson	1,2–1,55	2,67–3,05	0,79–1,2	0,37–0,54
2-3F1A	Toshiba	1,35–1,75	2,7–3,1	1,0–1,3	0,35–0,5
DBV-3	Texas Instruments	1,5–1,8	2,7–3,1	1,0–1,3	0,2–0,4
3SOT-23-3	Maxim	1,19–1,4	2,67–3,05	0,79–1,19	0,36–0,56
SOT-23-3	Seiko Instruments	1,5	2,9–3,1	1,1–1,3	0,3–0,5
KT-46	Россия	1,2–1,4	2,8–3,0	0,85–1,1	0,38–0,46
KT-46A	Россия	1,2–1,4	2,8–3,0	0,8–1,2	0,38–0,46

Окончание табл. 1.10

Тип корпуса	Фирма, страна	Габаритные размеры			
		A, мм	*B*, мм	*C*, мм	*D*, мм
SOT-23	Hewlett-Packard	1,2–1,4	2,8–3,06	0,85–1,02	0,37–0,54
MPAK(2)	Hitachi	1,5	2,7–3,1	1,0–1,3	0,35–0,5
SOT-23	Analog Devices	1,19–1,4	2,8–3,05	0,81–1,12	0,37–0,53

1.3.3. Соответствие типов, наименований и маркировки SMD элементов зарубежных производителей

Таблица 1.11

Соответствие типов, наименований и маркировки SMD элементов зарубежных производителей

Тип	Наименование элемента	Зарубежное название
A1	Полевой N-канальный транзистор	Feld-Effect Transistor (FET), N-Channel
A2	Двухзатворный N-канальный полевой транзистор	Tetrode, Dual-Gate
A3	Набор N-канальных полевых транзисторов	Double MOSFET Transistor Array
B1	Полевой P-канальный транзистор	MOS, GaAs FET, P-Channel
D1	Один диод широкого применения	General Purpose, Switching, PIN-Diode
D2	Два диода широкого применения	Dual Diodes
D3	Три диода широкого применения	Triple Diodes
D4	Четыре диода широкого применения	Bridge, Quad Diodes
E1	Один импульсный диод	Rectifier Diode
E2	Два импульсных диода	Dual
E3	Три импульсных диода	Triple

Продолжение табл. 1.11

Тип	Наименование элемента	Зарубежное название
E4	Четыре импульсных диода	Quad
F1	Один диод Шоттки	AF-, RF-Schottky Diode, Schottky Detector Diode
F2	Два диода Шоттки	Dual
F3	Три диода Шоттки	Triple
F4	Четыре диода Шоттки	Quad
K1	Транзистор NPN	Digital Transistor NPN
K2	Набор транзисторов NPN	Double Digital NPN Transistor Array
L1	Транзистор PNP	Digital Transistor PNP
L2	Набор транзисторов PNP	Double Digital PNP Transistor Array
L3	Набор транзисторов PNP, NPN	Double Digital PNP-NPN Transistor Array
N1	Биполярный НЧ транзистор NPN (f < 400 МГц)	AF-Transistor NPN
N2	Биполярный ВЧ транзистор NPN (f > 400 МГц)	RF-Transistor NPN
N3	Высоковольтный транзистор NPN (U > 150 В)	High-Voltage Transistor NPN
N4	«Супербета» транзистор NPN (h21e > 1000)	Darlington Transistor NPN
N5	Набор транзисторов NPN	Double Transistor Array NPN
N6	Малошумящий транзистор NPN	Low-Noise Transistor NPN
01	Операционный усилитель	Single Operational Amplifier
02	Компаратор	Single Differential Comparator
P1	Биполярный НЧ транзистор PNP (f < 400 МГц)	AF-Transistor PNP
P2	Биполярный ВЧ транзистор PNP (f > 400 МГц)	RF-Transistor PNP
P3	Высоковольтный транзистор PNP (U > 150 В)	High-Voltage Transisnor PNP
P4	Транзистор PNP (h21e > 1000)	Darlington Transistor PNP

Окончание табл. 1.11

Тип	Наименование элемента	Зарубежное название
P5	Набор транзисторов PNP	Double Transistor Array PNP
P6	Набор транзисторов PNP, NPN	Double Transistor Array PNP-NPN
S1	Один сапрессор	Transient Voltage Suppressor (TVS)
S2	Два сапрессора	Dual
T1	Источник опорного напряжения	«Bandgap», 3-Terminal Voltage Reference
T2	Стабилизатор напряжения	Voltage Regulator
T3	Детектор напряжения	Voltage Detector
U1	Усилитель на полевых транзисторах	GaAs Microwave Monolithic Integrated Circuit (MMIC)
U2	Усилитель биполярный NPN	Si-MMIC NPN, Amplifier
U3	Усилитель биполярный PNP	Si-MMIC PNP, Amplifier
V1	Один варикап (варактор)	Tuning Diode, Varactor
V2	Два варикапа (варактора)	Dual
Z1	Один стабилитрон	Zener Diode

1.3.4. SMD элементы с шестью выводами

Таблица 1.12

SMD элементы с шестью выводами

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
11	MUN5311DW1T1	L3	MO
12	MUN5312DW1T1	L3	MO
12	INA-12063	U2	HP
13	MUN5313DW1T1	L3	MO
14	MUN5314DW1T1	L3	MO
15	MUN5315DW1T1	L3	MO
16	MUN5316DW1T1	L3	MO
1C	BC847S	N5	SI
1P	BC847PN	P6	SI

Продолжение табл. 1.12

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
31	MUN5331DW1T1	L3	MO
32	MUN5332DW1T1	L3	MO
33	MUN5333DW1T1	L3	MO
34	MUN5334DW1T1	L3	MO
35	MUN5335DW1T1	L3	MO
36	ATF-36163	A1	HP
3C	BC857S	P5	SI
3X	MUN5330DW1T1	L3	MO
46	MBT3946DW1T1	P6	MO
51	INA-51063	U2	HP
52	INA-52063	U2	HP
54	INA-54063	U2	HP
6A	MUN5111DW1T1	L2	MO
6B	MUN5112DW1T1	L2	MO
6C	MUN5113DW1T1	L2	MO
6D	MBF5457DW1T1	A3	MO
6D	MUN5114DW1T1	L2	MO
6E	MUN5115DW1T1	L2	MO
6F	MUN5116DW1T1	L2	MO
6G	MUN5130DW1T1	L2	MO
6H	MUN5131DW1T1	L2	MO
6J	MUN5132DW1T1	L2	MO
6K	MUN5133DW1T1	L2	MO
6L	MUN5134DW1T1	L2	MO
6M	MUN5135DW1T1	L2	MO
7A	MUN5211DW1T1	K2	MO
7B	MUN5212DW1T1	K2	MO
7C	MUN5213DW1T1	K2	MO
7D	MUN5214DW1T1	K2	MO
7E	MUN5215DW1T1	K2	MO

Продолжение табл. 1.12

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
7F	MUN5216DW1T1	K2	MO
7G	MUN5230DW1T1	K2	MO
7H	MUN5231DW1T1	K2	MO
7J	MUN5232DW1T1	K2	MO
7K	MUN5233DW1T1	K2	MO
7L	MUN5234DW1T1	K2	MO
7M	MUN5235DW1T1	K2	MO
81	MGA-81563	U1	HP
82	INA-82563	U1	HP
86	INA-86563	U1	HP
87	INA-87563	U1	HP
91	IAM-91563	U1	HP
A2	MBT3906DW1T1	P5	MO
A3	MBT3906DW9T1	P5	MO
A4	BAV70S	E4	SI
E6	MDC5001T1	U3	MO
H5	MBD770DWT1	F2	MO
II	AT-32063	N2	HP
M1	CMY200	U1	SI
M4	MBD110DWT1	F2	MO
M6	MBF4416DW1T1	A3	MO
MA	MBT3904DW1T1	N5	MO
MB	MBT3904DW9T1	N5	MO
MC	BFS17S	N5	SI
RE	BFS480	N5	SI
RF	BFS481	N5	SI
RG	BFS482	N5	SI
RH	BFS483	N5	SI
T4	MBD330DWT1	F2	MO
W1	BCR10PN	L3	SI

Окончание табл. 1.12

Код	Тип	ЭРЭ	Фирма
WC	BCR133S	K2	SI
WF	BCR08PN	L3	SI
WK	BCR119S	K2	SI
WM	BCR183S	K2	SI
WP	BCR22PN	L3	SI
Y2	CLY2	A1	SI
6s	CGY60	U1	SI
Y7s	CGY62	U1	SI

1.4. Сквозная нумерация наиболее популярных корпусов SMD

В таблицах 1.13—1.15 представлены особенности сквозной маркировки популярных корпусов SMD, дается соответствие маркировки корпусов различных фирм-производителей (иллюстрация корпусов рис. 1.1).

Примечания к табл. 1.13—1.15

* Расшифровка аббревиатур.

** Рядом с внутрифирменным обозначением корпуса указывается название этого корпуса по одному из стандартов — JEDEC или EIAJ.

*** У разных фирм под одним и тем же названием могут быть корпуса с отличающимися размерами; не указаны корпуса, которые внешне похожи на представленные, но имеют габаритные размеры, отличающиеся от стандартных, например SOD15 фирмы *SGS-Thomson*.

Таблица 1.13

Соответствие маркировки корпусов различных фирм-производителей

JEDEC*	EIAJ*	PHILIPS SIEMENS CENTS* MAXIM	ROHM	SANYO	HITACHI	MOTOROLA	TOSHIBA KEC
TO-236	SC-59	SOT-346	SMD/T3		MPAK2	SC-59	S-MINI
TO-236AB		SOT/SOD-23	SSDA3	CP		SOT-23	
TO-243AA	SC-62	SOT-89A	MPT3		UPAK		PW-MINI
TO-243AB		SOT-89B					
TO-252-3	SC-63		CPT3				
TO-253		SOT-143	SMD/T4			SOT-143	
TO-253		SOT-143R					
		SOD-123				SOD-123	
		SOD-323	UMD2				USC
		SOT-343					
		SOT-343R			CMPAK4		
		SOT-87					
	SC-70	SOT-323	UMD/T3	MCP	CMPAK	SOT-323	USM
	SC-74		SMD/T6				SM6
	SC-74A		SMD/T5				SMV

Окончание табл. 1.13

JEDEC*	EIAJ*	PHILIPS SIEMENS CENTS* MAXIM	ROHM	SANYO	HITACHI	MOTOROLA	TOSHIBA KEC
	SC-75A	SOT-416	EMD/T3				SSM
	SC-79	SOD-523	EMD2				
	SC-82		UMD/T4				
	SC-88	SOT-363	UMD/T6				US6
	SC-88A	SOT-353	UMD/T5				USV

Таблица 1.14

Соответствие типов корпусов различных фирм-производителей

Тип корпуса	PHILIPS MURATAAVX* VISHAY	TDK MALLORY SYFER KEMET VITRAMON BOURNS SINCERA YAGEO	SGS-THOMSON	PANASONIC	CTC	ROHM	SAMSUNG
0402	0402			10	06		05
0603	0603	0603	AN21	11	08	18	10
0805	0805	0805	AN12	12	12	21	21

1206	1206	1206	AN20	13		31	31
1210	1210	1210					
1218	1218						
1812	1812						43
2220	2220						

Таблица 1.15

Соответствие типов корпусов различных фирм-производителей
(продолжение)

Тип корпуса	ST* NOVER AVX* S+M*	FUJITSU	HITACHI	NEC MATSUO SAMSUNG ELNA KEMET NACC MALLORY	PANAS*	MOT* CS*	VISHAY	PHILIPS	ROHM
1608					E				
2012			P		D				
3216	A	A	A	A	Y		A		A
3216L			UA						
3528	B	BI	B	B	X		B		B
3528L		B2	UB						

Окончание табл. 1.15

Тип корпуса	ST* NOVER AVX* S+M*	FUJITSU	HITACHI	NEC MATSUO SAMSUNG ELNA KEMET NACC MALLORY	PANAS*	MOT* CS*	VISHAY	PHILIPS	ROHM
5832			UC						
5845			D		V				
6032	C	C	C	C	C		C		
7343	D	E	E	D	D		D		
7343H	E		G	X					
DO-214AA						SMB	SMB		
DO-214AB						SMC	SMC		
DO-214AC DO-214BA						SMA	SMA	SOD-106	PMDS

1.5. Резисторы в SMD исполнении

В таблице 1.16 представлены особенности типоразмеров постоянных резисторов в SMD исполнении.

Таблица 1.16

Особенности типоразмеров постоянных резисторов в SMD исполнении

Типоразмер		Размеры и допуски, мм — рис. 1.4 на вкладке				
дюймовый	метрический	*L*	*W*	*H*	*D*	*T*
0402	1005	1±0,1	0,5±0,05	0,35±0,05	0,25±0,1	0,2±0,1
0603	1608	1,6±0,1	0,85±0,1	0,45±0,05	0,3±0,2	0,3±0,2
0805	2012	2,1±0,1	1,3±0,1	0,5±0,5	0,4±0,2	0,4±0,2
1206	3216	3,1±0,1	1,6±0,1	0,55±0,05	0,5±0,25	0,5±0,25
1210	3225	3,1±0,1	2,6±0,1	0,55±0,05	0,4±0,2	0,5±0,25
2010	5025	5±0,1	2,5±0,1	0,55±0,05	0,4±0,2	0,6±0,25
2512	6332	6,35±0,1	3,2±0,1	0,55±0,05	0,4±0,2	0,6±0,25

Для обозначения номинала сопротивления обычно используют распространенную цифровую маркировку, в которой первые цифры — значение, а последняя служит множителем или показателем степени числа 10. Резисторы с допусками ±20, ±10 и ±5% маркируют тремя цифрами, а с допуском ±1% и более точные — четырьмя. Для резисторов сопротивлением менее 10 Ом с допуском ±5% и более достаточно двух цифр, причем между ними ставят букву R; если допуск резистора ±1% и менее, то необходимы три цифры, и букву R помещают перед последней из них. Все эти сведения иллюстрирует табл. 1.17.

Некоторые фирмы вводят свои обозначения. К примеру, резисторы фирмы *Philips* имеют свои особенности. Символ 0 соответствует номиналу 0 Ом, а символ K — номиналу 91 Ом. На таком резисторе код 107 — это не 10 с семью нулями (100 МОм), а всего лишь 0,1 Ом.

Таблица 1.17

Обозначение номинала сопротивления постоянного резистора в SMD исполнении

Типоразмер дюймовый	Обозначение типоразмеров резисторов, производимых различными фирмами							
	AVX	BECKMAN	NEOHM	PANASONIC	PHILIPS	ROHM	SAMSUNG	WELWYH
0603	CR10	BCR1/16	CRG0603	ERJ3	—	MCR03	RC1608	WCR0603
0805	CR21	BCR1/10	CRG0805	ERJ6	RC11/12	MCR10	RC2012	WCR0805
1206	CR32	BCR1/8	CRG1206	ERJ8	RC01/02	MCR18	RC3216	WCR1206

Примечание: SMD резисторы типоразмера 0402 не маркируются, резисторы остальных типоразмеров маркируются различными способами, зависящими от типоразмера и допуска.
Примеры маркировки: «472» = 47 × 102 Ом = 4700 Ом = 4,7 кОм;
«105»=10 × 10 (в пятой степени) Ом = 1 000 000Ом = 1 МОм;
«3482» = 348 × 10^2 = 34 800 Ом = 34,8 кОм;
«8R2» = 8,2 Ом.

Таблица 1.18

Определение номинала по цифровому значению

Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
01	100	22	165	43	274	64	453	85	750
02	102	23	169	44	280	65	464	86	768
03	105	24	174	45	287	66	475	87	787
04	107	25	178	46	294	67	487	88	806

05	110	26	182	47	301	68	499	89	825
06	113	27	187	48	309	69	511	90	845
07	115	28	191	49	316	70	523	91	866
08	118	29	196	50	324	71	536	92	887
09	121	30	200	51	332	72	549	93	909
10	124	31	205	52	340	73	562	94	931
11	127	32	210	53	348	74	567	95	953
12	130	33	215	54	357	75	590	96	976
13	133	34	221	55	365	76	604	S	10^{-2}
14	137	35	226	56	374	77	619	R	10^{-1}
15	140	36	232	57	383	78	634	A	10^{0}
16	143	37	237	58	392	79	649	B	10^{1}
17	147	38	243	59	402	80	665	C	10^{2}
18	150	39	249	60	412	81	681	D	10^{3}
19	154	40	255	61	422	82	698	E	10^{4}
20	158	41	261	62	432	83	715	F	10^{5}
21	162	42	267	63	442	84	732		

Примечание: *Пример:* «53С» = 348 × 10^2 Ом = 34,8 кОм. Кроме резисторов, выпускают несколько типоразмеров перемычек — «замыкателей» (в аналогичном корпусе), которые надо рассматривать как резисторы нулевого сопротивления. Такие перемычки при поверхностном монтаже более удобны и безопасны, чем применяемые в обычном проволочные. Наиболее распространенные типоразмеры перемычек — 0805 (2012) и 1206 (3216). Маркируют перемычки всегда одинаково — 000.

Для резисторов сопротивлением 10 Ом и более, удобно пользоваться правилом: к значащим цифрам надо приписать число нулей, равное последней цифре.

Резисторы типоразмера 0603 (1608) с допуском ±1% и менее имеют кодовую маркировку из двух цифр и буквы, указанную в табл. 1.18. По цифровому коду обозначения определяют значащие цифры номинала, а по буквенному (последние два столбца) — множитель.

Подстроечные СМД резисторы. На изоляционное (чаще всего керамическое) основание подстроечного резистора фирмы *Bourns* 3303W (рис. 1.5, 1.6 на вкладке) нанесена резистивная дорожка в форме незамкнутого кольца из композита специального состава. По концам дорожки укреплены выводы в виде тонких металлических полос, охватывающих край основания, при монтаже их припаивают к проводникам печатной платы. По резистивной дорожке скользит контакт, установленный на роторе — движке, который вращают специальной миниатюрной отверткой. Выпускают также конструктивные варианты резисторов, у которых ось вращения ротора может быть как параллельна плате, так и перпендикулярна ей.

Угол поворота движка от упора до упора у резисторов разных типов различен и обычно находится в пределах 210...270°.

Стандартный ряд номиналов подстроечных резисторов, выпускаемых производителями, довольно широк. В частности, фирма *Bourns* представляет разработчикам резисторы с максимальным сопротивлением 10, 20, 50, 100, 200, 500 Ом, 1, 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 250, 500 кОм и 1 МОм. Маркировка номиналов — кодовая, код такой же, как у постоянных резисторов: первые две цифры значащие, а третья — число нулей (результат — в Омах).

В связи с тем, что на корпусе подстроечного резистора зачастую нет места, достаточного для размещения даже всего трех знаков кода номинала, разработаны спе-

циальные коды с меньшим числом знаков. Так, фирмы *Nidec* и *Bourns* используют двузначный числовой код, представленный в табл.1.19.

Таблица 1.19

Двузначный числовой код маркировки подстроечного резистора

Сопротивление, Ом	Номинал в трехзначном коде	Номинал в двузначном коде
100	101	12
200	201	22
500	501	52
1 000	102	13
2 000	202	23
5 000	502	53
10 000	103	14
20 000	203	24
50 000	503	54
100 000	104	15
200 000	204	25
500 000	504	55
1 000 000	105	16

1.6. Маркировка и особенности обозначения SMD конденсаторов

Для поверхностного монтажа выпускают керамические и оксидные конденсаторы для широкого спектра применения в радиоэлектронных конструкциях. Внешний вид керамических постоянных конденсаторов представлен на рис. 1.7—1.10 (на вкладке), а в табл. 1.20 приведены их типоразмеры.

Иллюстрация установленных на печатной плате конденсаторов для поверхностного монтажа на рис. 1.11. (вкладка).

Принцип маркировки керамических конденсаторов такой же, как у резисторов, следует лишь в результат вместо омов подставить пикофарады. Возможна также маркировка специальным кодом, состоящим из одной или двух букв и цифры.

Первая буква из двух указывает только на фирму-изготовитель. Вторая буква соответствует емкости — см. табл. 1.21, а цифра показывает степень сомножителя 10. Большинство выпускаемых постоянных керамических конденсаторов для поверхностного монтажа маркировки не имеют. И если их емкость можно определить измерением, то группу по ТКЕ и номинальное напряжение — только по сопроводительной документации (спрашивайте у продавца).

Таблица 1.20

Обозначение и значения типоразмеров корпусов конденсаторов для поверхностного монтажа

Типоразмер		Размеры, мм			
дюймовый	метрический	*L*	*W*	*H*	*a*
0402	1005	1	0,5	0,55	0,2
0603	1608	1,6	0,8	0,9	0,4
0805	2012	2	1,25	1,3	0,5
1206	3216	3,2	1,6	1,5	0,75
1210	3225	3,2	2,5	1,7	0,75
1812	4532	4,5	3,2	1,7	
1825	4564	4,5	6,4	1,7	
2220	5650	5,6	5	1,8	
2225	5664	5,6	6,3	2	

Рабочее напряжение не обозначают. Оно находится в пределах 6...100 В у некоторых типов конденсаторов до 500 В. Поскольку SMD конденсаторы применяют в низковольтной аппаратуре, вопроса об их номинальном напряжении не возникает.

Подстроечные конденсаторы. Кроме постоянных, промышленность выпускает керамические подстроечные конденсаторы, к примеру, TZBX4 (рис. 1.12 на вкладке). У этих конденсаторов между обкладками находится керамический диск, а корпус (основание) — из пластмассы. Пределы изменения емкости — от 1...3 до 14...70 пФ.

Таблица 1.21

Соответствие кодов и значений емкости в маркировке конденсаторов для поверхностного монтажа

Код	Значение	Код	Значение	Код	Значение
A	1	L	2,7	T	5,1
B	1,1	M	3	U	5,6
C	1,2	N	3,3	m	6
D	1,3	b	3,5	V	6,2
E	1,5	P	3,6	W	6,8
F	1,6	Q	3,9	n	7
G	1,8	d	4	X	7,5
H	2	R	4,3	t	8
J	2,2	e	4,5	Y	8,2
K	2,4	S	4,7	y	9
a	2,5	f	5	Z	9,1

Основные технические характеристики этих конденсаторов сведены в табл. 1.22.

Таблица 1.22

Основные технические характеристики

Конденсаторы серии	Емкость, пФ	Группа ТКЕ	Добротность	Цвет маркировки
TZC03	1,4...3	NP0	500	Коричневый
	2...6	NP0	500	Синий
	3...10	N750	500	Белый
	5...20	N1200	300	Красный
	6,5...30	N1200	300	Зеленый

Окончание табл. 1.22

Конденсаторы серии	Емкость, пФ	Группа ТКЕ	Добротность	Цвет маркировки
TZBX4	2...6	NP0	500	Синий
	3...10	NP0	500	Белый
	4,5...20	N750	500	Красный
	6,5...30	N1200	300	Зеленый
	8,5...40	N1200	300	Желтый

Электролитические (оксидные) конденсаторы для поверхностного монтажа. Оксидные конденсаторы для поверхностного монтажа (рис. 1.13) представлены двумя группами — танталовыми и алюминиевыми. Плюсовой вывод у танталовых конденсаторов с лицевой стороны корпуса отмечен контрастной полосой (темной или светлой), нанесенной поперек корпуса.

В таблице 1.23 представлены обозначения типоразмеров танталовых конденсаторов.

Емкость выпускаемых конденсаторов — от 0,1 до 100 мкФ — ряд E6, допустимое отклонение от номинала — ±20%. Номинальное напряжение — 4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 35 и 50 В определено буквой в табл. 1.24.

У алюминиевых (пленочных) оксидных конденсаторов, как и у танталовых, плюсовой вывод отмечен полосой контрастного цвета — светлой или темной. Емкость и номинальное напряжение наносят обычно на корпус прямой записью, например, 10 16V соответствует 10 мкФ, 16 В. Иногда вместо этого используют кодовое обозначение, состоящее из буквы и трех цифр.

К примеру, маркировка A475 (рис. 1.13) означает емкость 4,7 мкФ и напряжение 10 В. Буква указывает на напряжение (табл. 1.24), а цифры — на емкость в пФ и степень множителя 10.

Таблица 1.23

Обозначения типоразмеров танталовых конденсаторов разных производителей

Обозначение типономинала	Обозначение типоразмеров танталовых конденсаторов, производимых различными фирмами											
	AVX	FUJITSU	HITACHI	KEMET	MALLORY	NEC	PANASONIC	PHILIPS	ROHM	SAMSUNG	SPRAGUE	THOMSON
A	TAJA	TAA	TMC-SA	T491A	TSC-A	NRA	ECST-Y	49MCXXXA	TCFA	SCN/SA	293D-A	FTA
B	TAJB	TAB1/B2	TMC-SB	FTB	TSC-B	NRB	ECST-B	49MCXXXB	TCFB	SCN/SB	293D-B	FTB
C	TAJC	TAC	TMC-SC	T491C	TSC-C	NRC	ECST-C	49MCXXXC	—	SCN/SC	293D-C	FTC
D	TAJD	TAE	TMC-SE	T491D	TSC-D	NRD	ECST-D	49MCXXXD	—	SCN/SD	293D-D	FTD

Таблица 1.24

Соответствие символ-буквенного обозначения рабочему напряжению оксидного конденсатора

Буква	e	G	J	A	C	D	E	V	H, T
Напряжение, В	2,5	4	6,3	10	16	20	25	35	50
Буквы и цифры	OE	OG	OJ	1A	1C	1D	1E	1V	1H
Напряжение, В	2,5	4	7	10	16	20	25	35	50
Буквы и цифры	1J	2G	2J	2A			2E		
Напряжение, В	63	400	630	100			250		

К примеру, буквенно-символьное обозначение на корпусе (в верхней строке) конденсатора 2A224K обозначает:

2A — рабочее напряжение 100 В (в соответствии с табл. 1.24);

224 — первые две цифры — значение емкости в пФ, третья (4) — количество «нулей», то есть 224 = 220 000 пФ = = 0,22 мкФ;

K — допуск ±10% (J — ±5%, M — ±20%).

Вторая строка маркировки (нижняя) H 5K59 обозначает:

H — температурный режим 260 °С/5 с (G — 250 °С/5 с; J — 260 °С/10 с);

5R59 — служебная информация по идентификации изделия.

1.6.1. Трехвыводные проходные конденсаторы

В таблице 1.25 представлены основные электрические характеристики некоторых изделий.

Таблица 1.25

Тип	Размер, мм	Емкость, мкФ	Допуск, %	I_{max}, А	U_{max}, В	Диапазон рабочих температур, °С
NFM18PC104R1C	1,6×0,8	0,1	±20	2	16	–55...+125
NFM18PC224R0J3	1,6×0,8	0,22	±20	2	6,3	–55...+125
NFM18PC474R0J3	1,6×0,8	0,47	±20	2	6,3	–55...+125
NFM18PC105R0J3	1,6×0,8	1	±20	2	6,3	–55...+125
NFM21PC104R1E3	2,0×1,25	0,1	±20	2	25	–55...+125
NFM21PC224R1C3	2,0×1,25	0,22	±20	2	16	–55...+125
NFM21PC474R1C3	2,0×1,25	0,47	±20	2	16	–55...+125
NFM21PC105B1A3	2,0×1,25	1	±20	4	10	–55...+125
NFM21PC105F1C3	2,0×1,25	1	–20...+80	2	16	–55...+85
NFM3DPC223R1H2	3,2×1,25	0,022	±20	2	50	–55...+85
NFM41PC204F1H3	4,5×1,6	0,2	–20...+80	2	50	–55...+85
NFM55PC155F1H4	5,7×5,0	1,5	–20...+80	6	50	–55...+85

1.6.2. Многослойные керамические конденсаторы

Емкость многослойных керамических конденсаторов определяется формулой:

$$C = E_0 \frac{ES_0 n}{d},$$

где емкость C определяется в фарадах; E_0 — константа диэлектрической проницаемости вакуума; E — константа диэлектрической проницаемости керамики (материала, используемого в данном случае в виде диэлектрика); S_0 — активная площадь одного электрода (вывода), мм^2; n — число слоев диэлектрика; d — толщина слоя диэлектрика, мм.

В табл. 1.26 приведены сведения о некоторых керамических многослойных конденсаторах с разными диэлектриками. Эти сведения наглядно иллюстрируют области применения и особенности данного типа конденсаторов.

Таблица 1.26

Некоторые многослойные керамические конденсаторы

Типоразмер	Диэлектрик	Область рабочих температур, °С	Максимальное напряжение U_{max}, В	Диапазон емкостей	Допустимые отклонения от номинала, %
0603	NPO X7R		250 200	0,5р...4,7Н	1, 2, 5, 10, 20
0805	NPO X7R		200...500 500...1000	0,5р...1,5Н 1р....5,6Н	1, 2, 5, 10
1206	NPO X7R	−55...+125	200...3000 200...1000	1р...3,9Н 1р...4,7Н	1, 2, 5, 10
1210	NPO X7R		200...1000 200...1000	1р...6,8Н 1Н...270Н	1, 2, 5, 10
1808	NPO X7R		500...2000 500...3000	1р...2,7Н 100р...4,7Н	1, 2, 5, 10, 20
1812	NPO X7R Y5V	−55...+125 −30...+85	200...3000 200...2000 250	10р...6,8Н 100р...560Н 10Н...560Н	5, 10, 20 ±20, +80, −20
2220	NPO X7R Y5V	−55...+125 −30...+85	200...2000 250...2000 250	1р...6,8Н 100р...470Н 10Н...470Н	5, 10, 20 ±20, +80, −20

Кроме конденсаторов, производящихся фирмой *Murata*, аналогичные характеристики имеют керамические конденсаторы фирм *Hitano*, *Samsung electromechanics*, *Epros*, *Philips* с соответствующими диэлектриками.

Для подавления электромагнитных помех выпускаются изделия серий GA355D/GA355X(GB/GC), GA342D, GA343D, GA355D(GD/GF), к примеру, полная маркировка GA355DR7GC101KY02L.

Для поверхностного монтажа, серий GRM21, GRM31, GRM32, GRM43, GRM55, к примеру, полная маркировка GRM31A5C2J101JW01D.

Общего назначения O201-2220.

Высокочастотные серии HQF. Для практических целей подбора многослойных керамических конденсаторов необходимо разбираться в их маркировке и технических характеристиках (табл. 1.27). Ниже, на примере одного обозначения, приведена расшифровка маркировки таких конденсаторов.

$$\underset{1}{\underline{\mathrm{R15}}}\;\underset{2}{\underline{\mathrm{Z}}}\;\underset{3}{\underline{104}}\;\underset{4}{\underline{\mathrm{M}}}\;\underset{5}{\underline{\mathrm{1H}}}\;\underset{6}{\underline{\mathrm{A}}}\;\underset{7}{\underline{5}},$$

где:

1 — размер R15, R20;

2 — диэлектрик N = NPO, W = X7R, Z = Z5U, Y = Y5V;

3 — номинал 10 пФ = 100, 100 пФ = 101, 1000 пФ = = 102, 2200 пФ = 223, 100 000 пФ = 104;

4 — допуск J = ±5%, K = ±10%, M = ±20, Z = +10–20%;

5 — рабочее напряжение 1E = 25 В, 1H = 50 В, 2A = 100 В;

6 — форма выводов L, Y, H;

7 — расстояние между выводами 2 = 2,54±0,8 мм, 5 = 5,08±0,8 мм.

Таблица 1.27

Технические характеристики керамических многослойных конденсаторов с разными диэлектриками

Диэлектрик	ТКЕ	Коэффициент диссипации при $T = 25\ °C$	Предельные характеристики диэлектрика	Допустимая погрешность при длительной эксплуатации (1000 ч, 200% раб. напр.)	Сопротивление изоляции при $T = 25\ °C$
NPO	0±30 ppm/C –50...+125 °C	0,15% max при f = 1 кГц	300% рабочего напряжения на 5 с при 50 мА зарядного тока	±3% при 125 °C	100 ГОм
X7R	±15% –55...+125 °C	2,5% при f = 1 кГц		±3% при 125 °C	100 ГОм
Z5U	+22–56% +10...+85 °C	5% при f = 1 кГц	250% рабочего напряжения на 5 с при 50 мА зарядного тока	±3% при 85 °C	10 ГОм
Y5V	+22–82% –30...+85 °C	5% при f = 1 кГц		±3% при 85 °C	10 ГОм

1.7. Корпуса и особенности диодов для поверхностного монтажа

Характеристики полупроводниковых диодов и транзисторов не зависят от того, в каком именно корпусе он смонтирован, за исключением рассеиваемой мощности. Если корпус полупроводникового прибора слишком мал, и нет места для полной маркировки, применяют сокращенную; иногда она вообще отсутствует. Катод диода всегда отмечен круговой полосой на корпусе. Один из распространенных корпусов — цилиндрический стеклянный — выпускают в двух вариантах: MELF (DO213AB; MLL41) и Mini MELF (SOD80; DO213AA; MLL34). Корпусы SMA, SMB и SMC представляют собой пластмас-

совый параллелепипед с торцевыми пластинчатыми выводами, прилегающими к корпусу и загнутыми под него. Корпусы SOD123 и SOD323 — тоже пластмассовые и по форме такие же, как и SMA—SMC. Отличие заключается в конструкции выводов — пластинчатых, но направленных в стороны от корпуса.

Внешний вид различных корпусов элементов для поверхностного монтажа представлен на рис. 1.1.

Габариты корпусов представлены в табл. 1.28.

Таблица 1.28

Типоразмеры диодов для поверхностного монтажа

Корпус	Размеры (усредненные), мм			Корпус	Размеры (усредненные), мм		
	L	*D*	*S*		*L*	*D*	*S*
MELF	5	2,5	0,3	SOD123	3,2	2,7	1,6
Mini MELF	3,5	1,4	0,2	SOD323	2,4	1,7	1
SMA	5,2	2,6	1,4	DB	8,5	6,5	1,5
SMB	5,4	3,6	2	MB-S	5	4	2,6
SMC	8	5,8	3				

Простейшие сборки из двух диодов с общим выводом обычно делают в трехвыводных транзисторных корпусах SOT23 с выводами такой же формы, как у SOD123, SOD323.

Общий электрод сборки (чаще всего — катод) обычно подключают к выводу 3. В такой корпус иногда помещают и одиночный диод — в этом случае один из выводов остается свободным. Диодные мосты выпускают в четырехвыводных корпусах DB и MB-S, габариты которых указаны в табл. 1.28. Выводы — такие же, как у корпусов SOD123, SOD323. Цоколевку моста обычно указывают непосредственно на корпусе. В таблице 1.29 рассмотрены электрические характеристики диодов в различных корпусах для поверхностного монтажа элементов.

Таблица 1.29

Некоторые электрические характеристики диодов в различных корпусах для поверхностного монтажа элементов

Диод	Корпус	Наибольшее обратное напряжение, В	Постоянный прямой ток, А	Импульсный прямой ток, А	Прямое напряжение, В	Обратный ток, мА
SM4005	MELF	600	1	30	1,1	0,01/—
SM5819[1]	MELF	40	1	30	0,5	0,5/20
LL4148	Mini MELF	70	0,1	—	1	0,005/—
SR24[1]	SMA	40	2	50	0,5	0,5/20
SS19[1]	SMA	90	1	30	0,85	0,5/20
S3B	SMC	100	3	100	1,2	0,005/0,025
S3D	SMC	200	3	100	1,2	0,005/0,025
S3J	SMC	600	3	100	1,2	0,005/0,025
SK34[1]	SMC	40	3	100	0,5	0,5/20
SK39[1]	SMC	90	3	100	0,85	0,5/20
DI158S[2]	DB	800	1,5	60	1,1	0,01/0,1
DM108S[2]	DB	800	1	50	1,1	0,01/0,1
B8S[2]	MB-S	800	0,5	30	1	0,005/0,05
B6S[2]	MB-S	600	0,5	30	1	0,005/0,05

[1] Анод подключен к выв. 1, катод — к выв. 3 (выв. 2 — свободный).

[2] Общий катод подключен к выв. 3, аноды — к выв. 1 и 2.

Об электрических характеристиках диодов дает представление и табл. 1.30, где сведены диоды и диодные сборки в трехвыводном корпусе SOT23.

Таблица 1.30

Диоды и диодные сборки в трехвыводном корпусе SOT23

Диод	Маркировка	Число диодов	Наибольшее обратное напряжение, В	Постоянный ток, А	Наибольшее время рассасывания носителя, нс	Емкость диодов, пФ
BAS16	JU/A6	1[2]	75	0,2	6	2
BAS21	JS	1[2]	200	0,2	50	5
BAV70	JJ/A4	2[3]	70	0,25	6	1,5
BAV99	JK; JE; A	2[4]	70	0,25	6	1,5
BAW56	JD; A1	2[5]	70	0,25	6	2
BAT54S1	L44	2[4]	30	0,2	5	10
BAT54C1	L43	2[3]	30	0,2	5	10
BAV23S	L31	2[4]	200	0,225	50	5

1.8. Маркировка SMD транзисторов

Таблица 1.31

Маркировка транзисторов SMD 15-BR2

Маркировка	Тип прибора	Эквивалент	Маркировка	Тип прибора	Эквивалент
15	MMBT3960	2N3960	1M	BC848	Нет данных
1A	BC846A	BC546A	1P	FMMT2222A	2N2222A
1B	BC846B	BC546B	1T	MMBT3960A	2N3960A
1C	MMBTA20	MPSA20	1X	MMBT930	Нет данных
1D	BC846	Нет данных	1Y	MMBT3903	2N3903
1E	BC847A	BC547A	2A	FMMT3906	2N3906
1F	BC847B	BC547B	2B	BC849B	BC549B
1G	BC847C	BC547C			
1H	BC847	Нет данных	2C	BC849C	BC549C/ BC109C/ MMBTA70
1J	BC848A	BC548A			
1K	BC848B	BC548B	2E	FMMTA93	Нет данных
1L	BC848C	BC548C	2F	BC850B	BC550B

Продолжение табл. 1.31

Маркировка	Тип прибора	Эквивалент	Маркировка	Тип прибора	Эквивалент
2G	BC850C	BC550C	5A	BC807-16	BC327-16
2J	MMBT3640	2N3640	5B	BC807-25	BC327-25
2K	MMBT8598		5C	BC807-40	BC327-40
2M	MMBT404	Нет данных	5E	BC808-16	BC328-16
2N	MMBT404A		5F	BC808-25	BC328-25
2T	MMBT4403	2N4403	5G	BC808-40	BC328-40
2W	MMBT8599	Нет данных	549	FMMT549	
2X	MMBT4401	2N4401	589	FMMT589	Нет данных
3A	BC856A	BC556A	591	FMMT591	
3B	BC856B	BC556B	593	FMMT593	
3D	BC856	Нет данных	6A	BC817-16	BC337-16
3E	BC857A	BC557A	6B	BC817-25	BC337-25
3F	BC857B	BC557B	6C	BC817-40	BC337-40
3G	BC857C	BC557C	6E	BC818-16	BC338-16
3J	BC858A	BC558A	6F	BC818-25	BC338-25
3K	BC858B	BC558B	6G	BC818-40	BC338-40
3L	BC858C	BC558C	9H	BC849BLT1	Нет данных
3S	MMBT5551	Нет данных	AA	BCW60A	BC636/ BCW60A
4A	BC859A	BC559A			
4B	BC859B	BC559B	AB	BCW60B	Нет данных
4C	BC859C	BC559C	AC	BCW60C	BC548B
4E	BC860A	BC560A	AD	BCW60D	
4F	BC860B	BC560B	AE	BCX52	
4G	BC860C	BC560C	AG	BCX70G	
4J	FMMT38A		AH	BCX70H	Нет данных
449	FMMT449		AJ	BCX70J	
489	FMMT489	Нет данных	AK	BCX70K	
491	FMMT491		AL	MMBTA55	
493	FMMT493		AM	BSS64	2N3638

Окончание табл. 1.31

Маркировка	Тип прибора	Эквивалент	Маркировка	Тип прибора	Эквивалент
AS1	BST50	BSR50	BG	BCX71G	Нет данных
B2	BSV52	2N2369A	BH	BCX71H	BC639
BA	BCW61A	BC635	BJ	BCX71J	Нет данных
BB	BCW61B	Нет данных	BK	BCX71K	
BC	BCW61C		BN	MMBT3638A	2N3638A
BD	BCW61D		BR2	BSR31	2N4031
BE	BCX55				

1.8.1. Транзисторы для поверхностного монтажа в SMD корпусах

Большинство из SMD транзисторов можно заменить аналогами, а также на обычные дискретные транзисторы, зная электрические характеристики возможных замен. Так, отечественные приборы КТ1329, КТ1330, КТ1331, КТ3139А9, КТ3130А9 и др. в SMD корпусах можно в соответствующих случаях заменить дискретными транзисторами КТ502, КТ503, КТ3102, КТ3107, КТ3117 в соответствии с параметрами и проводимостью. Некоторые рекомендации по взаимозаменам транзисторов-аналогов в различных корпусах сведены в табл. 1.32.

Таблица 1.32

Маркировка некоторых SMD транзисторов и соответствие взаимозамен

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
15	MMBT3960	2N3960
1A	BC846A	BC546A
1B	BC846B	BC546B
1C	MMBTA20	MPSA20

Продолжение табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
1D	BC846	Нет данных
1E	BC847A	BC547A
1F	BC847B	BC547B
1G	BC847C	BC547C
1H	BC847	Нет данных
1J	BC848A	BC548A
1K	BC848B	BC548B
1L	BC848C	BC548C
1M	BC848	Нет данных
1P	FMMT2222A	2N2222A
1T	MMBT3960A	2N3960A
1X	MMBT930	Нет данных
1Y	MMBT3903	2N3903
2A	FMMT3906	2N3906
2B	BC849B	BC549B
2C	BC849C	BC549C / BC109C / MMBTA70
2E	FMMTA93	Нет данных
2F	BC850B	BC550B
2G	BC850C	BC550C
2J	MMBT3640	2N3640
2K	MMBT8598	Нет данных
2M	MMBT404	
2N	MMBT404A	
2T	MMBT4403	2N4403
2W	MMBT8599	Нет данных
2X	MMBT4401	2N4401
3A	BC856A	BC556A
3B	BC856B	BC556B
3D	BC856	Нет данных
3E	BC857A	BC557A

Продолжение табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
3F	BC857B	BC557B
3G	BC857C	BC557C
3J	BC858A	BC558A
3K	BC858B	BC558B
3L	BC858C	BC558C
3S	MMBT5551	Нет данных
4A	BC859A	BC559A
4B	BC859B	BC559B
4C	BC859C	BC559C
4E	BC860A	BC560A
4F	BC860B	BC560B
4G	BC860C	BC560C
4J	FMMT38A	Нет данных
449	FMMT449	
489	FMMT489	
491	FMMT491	
493	FMMT493	
5A	BC807-16	BC327-16
5B	BC807-25	BC327-25
5C	BC807-40	BC327-40
5E	BC808-16	BC328-16
5F	BC808-25	BC328-25
5G	BC808-40	BC328-40
549	FMMT549	Нет данных
589	FMMT589	
591	FMMT591	
593	FMMT593	
6A	BC817-16	BC337-16
6B	BC817-25	BC337-25
6C	BC817-40	BC337-40
6E	BC818-16	BC338-16

Продолжение табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
6F	BC818-25	BC338-25
6G	BC818-40	BC338-40
9	BC849BLT1	Нет данных
AA	BCW60A	BC636 / BCW60A
AB	BCW60B	Нет данных
AC	BCW60C	BC548B
AD	BCW60D	Нет данных
AE	BCX52	
AG	BCX70G	
AH	BCX70H	
AJ	BCX70J	
AK	BCX70K	
AL	MMBTA55	
AM	BSS64	2N3638
AS1	BST50	BSR50
B2	BSV52	2N2369A
BA	BCW61A	BC635
BB	BCW61B	Нет данных
BC	BCW61C	
BD	BCW61D	
BE	BCX55	
BG	BCX71G	
BH	BCX71H	BC639
BJ	BCX71J	Нет данных
BK	BCX71K	
BN	MMBT3638A	2N3638A
BR2	BSR31	2N4031
C1	BCW29	Нет данных
C2	BCW30	BC178B / BC558B
C5	MMBA811C5	Нет данных
C6	MMBA811C6	

Продолжение табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
C7	BCF29	Нет данных
C8	BCF30	
CE	BSS79B	
CEC	BC869	BC369
CF	BSS79C	Нет данных
CH	BSS82B / BSS80B	
CJ	BSS80C	
CM	BSS82C	
D1	BCW31	BC108A / BC548A
D2	BCW32	BC108A / BC548A
D3	BCW33	BC108C / BC548C
D6	MMBC1622D6	Нет данных
D7	BCF32	
D8	BCF33	BC549C / BCY58 / MMBC1622D8
DA	BCW67A	Нет данных
DB	BCW67B	
DC	BCW67C	
DE	BFN18	
DF	BCW68F	
DG	BCW68G	
DH	BCW68H	
E1	BFS17	BFY90 / BFW92
EA	BCW65A	Нет данных
EB	BCW65B	
EC	BCW65C	
ED	BCW65C	
EF	BCW66F	
EG	BCW66G	
EH	BCW66H	
F1	MMBC1009F1	

Продолжение табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
F3	MMBC1009F3	Нет данных
FA	BFQ17	BFW16A
FD	BCV26	MPSA64
FE	BCV46	MPSA77
FF	BCV27	MPSA14
FG	BCV47	MPSA27
GF	BFR92P	Нет данных
H1	BCW69	
H2	BCW70	BC557B
H3	BCW89	Нет данных
H7	BCF70	
K1	BCW71	BC547A
K2	BCW72	BC547B
K3	BCW81	Нет данных
K4	BCW71R	
K7	BCV71	
K8	BCV72	
K9	BCF81	
L1	BSS65	
L2	BSS70	
L3	MMBC1323L3	
L4	MMBC1623L4	
L5	MMBC1623L5	
L6	MMBC1623L6	
L7	MMBC1623L7	
M3	MMBA812M3	
M4	MMBA812M4	
M5	MMBA812M5	
M6	BSR58 / MMBA812M6	2N4858
M7	MMBA812M7	Нет данных

Окончание табл. 1.32

Обозначение на корпусе	Тип транзистора	Аналог по электрическим характеристикам
O2	BST82	Нет данных
P1	BFR92	BFR90
P2	BFR92A	BFR90
P5	FMMT2369A	2N2369A
Q3	MMBC1321Q3	Нет данных
Q4	MMBC1321Q4	
Q5	MMBC1321Q5	
R1	BFR93	BFR91
R2	BFR93A	BFR91
S1A	SMBT3904	Нет данных
S1D	SMBTA42	
S2	MMBA813S2	
S2A	SMBT3906	
S2D	SMBTA92	
S2F	SMBT2907A	
S3	MMBA813S3	
S4	MMBA813S4	
T1	BCX17	BC327
T2	BCX18	Нет данных
T7	BSR15	2N2907A
T8	BSR16	2N2907A
U1	BCX19	BC337
U2	BCX20	Нет данных
U7	BSR13	2N2222A
U8	BSR14	2N2222A
U9	BSR17	Нет данных
U92	BSR17A	2N3904
Z2V	FMMTA64	Нет данных
ZD	MMBT4125	2N4125

Примечание: В таблице представлены наиболее популярные приборы в SMD корпусах.

Маркировка SMD транзисторов широкого применения. Справочные данные по SMD транзисторам (электрическим характеристикам) широкого применения сведены в табл. 1.33.

Таблица 1.33

Маркировка SMD транзисторов широкого применения

Наименование	Маркировка	Структура	$U_{кэоткр}$, В	I_{kconst}, mA	К передачи при $I_К$ = 2 мА и $U_{кэ}$ = 5 В	$F_{гр}$, МГц	Корпус
BC847C	1Gp	*n-p-n*	45	100	520–800	100	SOT 23
BC847B	1Fp	*n-p-n*	45	100	200–450	100	SOT 23
BC857C	3Gp	*p-n-p*	45	100	420–800	100	SOT 23
BC857B	3Fp	*p-n-p*	45	100	220–475	100	SOT 23
BC847BW	1F	*n-p-n*	45	100	220–475	100	SOT 323
BC857BW	3F	*p-n-p*	45	100	220–475	100	SOT 323
BC807-40	5C	*p-n-p*	45	500	250–600	100	SOT 23
BC817-40	6C	*n-p-n*	45	500	250–600	100	SOT 23
MMBT2222ALT1	1P	*n-p-n*	40	600	75–300	300	SOT 23
MBT3904LT1	1AM	*n-p-n*	40	200	100–300	100	SOT 23
MBT3906LT1	2A	*p-n-p*	40	200	100–300	100	SOT 23
BC850CW	2G	*n-p-n*	45	100	520–800	100	SOT 323
BC860CW	4G	*p-n-p*	45	100	420–700	100	SOT 323
MMBT42LT1	1D	*n-p-n*	300	500	> 25	50	SOT 23
MMBT92LT1	2D	*p-n-p*	–300	500	> 25	50	SOT 23

Маркировка транзисторных SMD сборок

Таблица 1.34

Маркировка транзисторных SMD сборок

Наименование	Маркировка	Структура	$U_{kэ\ откр}$, В	I_{kconst}, mA	Коэффициент передачи при I_k = 2 мА и $U_{kэ}$ = 5 В	Корпус
BC847CDW1T1	1G	2 *n-p-n*	45	100	420–800 при 100 МГц	SOT363
BC857BDW1T1	3G	2 *p-n-p*	45	100	420–800 при 100 МГц	SOT363
UFM5N	F5	*p-n-p* и *n-p-n*	12 и 50	500 и 30	270–680 и min 68 при 250 МГц	SOT363

Маркировка высоковольтных SMD транзисторов

Таблица 1.35

Маркировка некоторых высоковольтных SMD транзисторов

Наименование	Маркировка	$U_{kэоткр}$, В	$I_{kмакс}$, mA	Коэффициент передачи на 900МГц	Граничная частота, ГГц	Корпус
BFR93A	R2	12	35	13 дБ при I_k = 30 мА, $U_{kэ}$ = 8 В	5	SOT23
BFR92A	P2p	15	25	14 дБ при I_k = 15 мА, $U_{kэ}$ = 10 В	5	SOT23
BFS17A	E2p	15	25	13 дБ при I_k = 14 мА, $U_{kэ}$ = 10 В	2,8	SOT23
BFG520/XR	N48	15	70	19 дБ при I_k = 20 мА, $U_{kэ}$ = 6 В	9	SOT143R
BFG591	BFG591	20	200	13 дБ при I_k = 70 мА, $U_{kэ}$ = 12 В	7	SOT223
BFG541	BFG541	20	120	15 дБ при I_k = 40 мА, $U_{kэ}$ = 8 В	9	SOT223

Маркировка полевых SMD транзисторов

Таблица 1.36

Полевые (МОП) SMD транзисторы

Маркировка	Тип прибора	Маркировка	Тип прибора	Маркировка	Тип прибора	Маркировка	Тип прибора
701	2N7001	6Z	MMBF170	V02	VN0605T	S14	SST5114
702	SN7002	B08	SST6908	V04	VN45350T	S15	SST5115
6A	MMBF4416	B09	SST6909	V0AJ	TP610T	S16	SST5116
6B	MMBF5484	B10	SST6910	V50	VP0610T	S70	SST270
6C	MMBFU310	C11	SST111	C93	SST4393	S71	SST271
6D	MMBF5457	C12	SST112	H16	SST4416	S74	SST174
6E	MMBF5460	C13	SST113	I08	SST108	S75	SST175
6F	MMBF4860	C41	SST4091	I09	SST109	S76	SST176
6G	MMBF4393	C42	SST4092	I10	SST110	S77	SST177
6H	MMBF5486	C43	SST4093	M4	BSR56	SA	BSS123
6J	MMBF4391	C59	SST4859	M5	BSR57	SS	BSS138
6K	MMBF4932	C60	SST4860	M6	BSR58	TV	MMBF112
6L	MMBF5459	C61	SST4861	P01	SST201	Z08	SST308
6T	MMBFJ310	C91	SST4391	P02	SST202	Z09	SST309
6W	MMBFJ175	C92	SST4392	P03	SST203	Z10	SST310
6Y	MMBFJ177	V01	VN50300T	P04	SST204		

1.9. Кодовая и цветовая маркировка популярных индуктивностей

Обычно для индуктивностей кодируется номинальное значение индуктивности и допуск, то есть допускаемое отклонение от указанного номинала. Номинальное значение кодируется цифрами, а допуск — буквами.

Применяются два вида кодирования.

1. Первые две цифры указывают значение в микрогенри (мкГн, uH), последняя — количество нулей. Следующая за цифрами буква указывает на допуск. Например, код 101J обозначает 100 мкГн ±5%. Если последняя буква не указывается — допуск 20%. *Исключения:* для индуктивностей меньше 10 мкГн роль десятичной запятой выполняет буква R, а для индуктивностей меньше 1 мкГн — буква N.

К примеру:

Допуск: D = ±0,3 нГн; J = ±5%; K = ±10%; M = ±20%.

Примеры маркировки индуктивностей в разном исполнении представлены на рис. 1.14—1.16.

2. Индуктивности маркируются непосредственно в микрогенри (мкГн, uH). В таких случаях маркировка 680K будет означать не 68 мкГн ±10%, как в первом случае, а 680 мкГн ±10%.

1.9.1. Цветовая маркировка индуктивностей

В соответствии со стандартами IEC 82 для индуктивностей кодируется номинальное значение индуктивности и допуск, то есть допускаемое отклонение от указанного номинала. Наиболее часто применяется кодировка четырьмя или тремя цветными кольцами или точками. Первые две метки указывают на значение номинальной индуктивности в микрогенри (мкГн, uH), третья метка — множитель, четвертая — допуск.

В случае кодирования тремя метками подразумевается допуск 20%. Цветное кольцо, обозначающее первую

цифру номинала, может быть шире, чем все остальные. Рисунки 1.15 и 1.16 (на вкладке) иллюстрируют кодовую маркировку индуктивностей.

1.9.2. Цветовая маркировка популярных катушек индуктивности

Цветовая маркировка катушек представляет собой пятна или полосы краски, нанесенные соответственно на дно магнитопровода или на экран (рис. 1.17 на вкладке). В таблице 1.37 указаны намоточные данные, назначение, емкость встроенного конденсатора и цветовая маркировка катушек размерами 10 × 10 × 14 мм. Контурные катушки размерами 8 × 8 × 11 мм имеют то же назначение и емкость встроенного конденсатора, но их обмотки могут быть намотаны более тонким проводом и содержать большее число витков. Эти катушки менее ремонтнопригодны, чем катушки размерами 10 × 10 × 14 мм.

Таблица 1.37

Катушки индуктивности размерами 10 × 10 × 14 мм

Цвет маркировки	Назначение контурных катушек	Номера выводов обмоток	Число витков	Емкость встроенного конденсатора, пФ
Желтый	Фильтр ПЧ-АМ 455...460 кГц	1–2–3 4–6	100 + 50	190
Белый	Детектор ПЧ-АМ 455...460 кГц	1–2–3	50 + 50	410
Оранжевый	Фильтр ПЧ-ЧМ 10,7 МГц*	1–3 4–6	12 2	75
Сиреневый	Фильтр ПЧ-ЧМ 10,7 МГц	1–3 4–6	11 2	90
Розовый	Дискриминатор ПЧ-ЧМ 10,7 МГц**	1–3	7	190
Зеленый или синий	Дискриминатор ПЧ-ЧМ 10,7 МГц**	1–3	11	90

Окончание табл. 1.37

Цвет маркировки	Назначение контурных катушек	Номера выводов обмоток	Число витков	Емкость встроенного конденсатора, пФ
Красный	Контур гетеродина АМ СВ-ДВ	1–3 4–6, 2–3	80...100*** 8...12	

Примечания:
* Может использоваться вместо синего и зеленого.
** Применяются с различными микросхемами.
*** Число витков зависит от емкости КПЕ. Соотношение числа витков обмоток контурной катушки и катушки связи выбрано в пределах 10:1—8:1.

1.9.3. Постоянные индуктивности серии ЕС24

Малогабаритные постоянные индуктивности серии ЕС24 представляют собой миниатюрную катушку с ферритовым сердечникам, размещенную в изолирующем корпусе с двумя выводами. Диапазон номинальных значений индуктивности — 0,1...1000 мкГн, точность — 5%, 10%, 20%, температурный диапазон — от −20 °С до +100 °С. Основные геометрические размеры индуктивностей приведены на рисунке. Номинал индуктивности и ее точность обозначаются цветными полосками (рис. 1.14 на вкладке). Полоски 1 и 2 определяют две цифры номинала (в микрогенри), между которыми стоит десятичная запятая, полоска 3 — десятичный множитель, полоска 4 — точность. Назначение цветов полосок приведено в табл. 1.38.

Таблица 1.38

Назначение цветовых полос индуктивностей

Цвет	1-я и 2-я цифры номинала	Множитель	Точность
Черный	0	1	±20%
Коричневый	1	10	
Красный	2	100	
Оранжевый	3	1000	

Окончание табл. 1.38

Цвет	1-я и 2-я цифры номинала	Множитель	Точность
Желтый	4		
Зеленый	5		
Голубой	6		
Фиолетовый	7		
Серый	8		
Белый	9		
Золотой	—	0,1	±5%
Серебряный	—	0,01	±10%

Индуктивность, на которую нанесены красная, желтая, коричневая и черная полоски, имеет номинал $2{,}4 \times 10 = 24$ мкГн и точность 20%. Полный список всех типономиналов индуктивностей серии ЕС24 и их параметры приведены в табл. 1.39.

Таблица 1.39

Цветовая маркировка индуктивностей типа ЕС24

Наименование	Индуктивность, мкГн	Точность, %	Добротность, (min)	Тестовая частота, МГц	Активное сопротивление (max), Ом	Постоянный ток (max), мА
EC24-R10M	0,10	±20	30	25,2	0,08	700
EC24-R12M	0,12	±20	30	25,2	0,085	700
EC24-R15M	0,15	±20	30	25,2	0,095	700
EC24-R18M	0,18	±20	30	25,2	0,12	700
EC24-R22M	0,22	±20	40	25,2	0,15	700
EG24-R27M	0,27	±20	40	25,2	0,15	700
EC24-R33M	0,33	±20	40	25,2	0,15	700
EC24-R39M	0,39	±20	40	25,2	0,17	700
EC24-R47M	0,47	±20	40	25,2	0,17	700
EC24-R56M	0,56	±20	40	25,2	0,17	700
EC24-R68M	0,68	±20	40	25,2	0,18	700
EC24-R82M	0,82	±20	40	25,2	0,18	700
EC24-1ROK	1,00	±10	40	25,2	0,18	700

Окончание табл. 1.39

Наименование	Индуктивность, мкГн	Точность, %	Добротность, (min)	Тестовая частота, МГц	Активное сопротивление (max), Ом	Постоянный ток (max), мА
EC24-1R2K	1,20	±10	40	7,96	0,18	700
EC24-1R5K	1,50	±10	40	7,96	0,20	700
EC24-1R8K	1,80	±10	40	7,96	0,23	655
EC24-2R2K	2,20	±10	40	7,96	0,25	630
EC24-2R7K	2,70	±10	40	7,96	0,28	595
EC24-3R3K	3,30	±10	40	7,96	0,30	575
EC24-3R9K	3,90	±10	40	7,96	0,32	555
EC24-4R7K	4,70	±10	40	7,96	0,35	530
EC24-5R6K	5,60	±10	40	7,96	0,40	500
EC24-6R8K	6,80	±10	40	7,96	0,45	470
EC24-8R2K	8,20	±10	40	7,96	0,56	425
EC24-100K	10	±10	40	7,96	0,72	370
EC24-120K	12	±10	40	2,52	0,80	350
EC24-150K	15	±10	40	2,52	0,88	335
EC24-180K	18	±10	40	2,52	1,00	315
EC24-220K	22	±10	40	2,52	1,20	285
EC24-270K	27	±10	40	2,52	1,35	270
EC24-330K	33	±10	40	2,52	1,50	255
EC24-390K	39	±10	40	2,52	1,70	240
EC24-470K	47	±10	50	2,52	2,30	205
EC24-560K	56	±10	50	2,52	2,60	195
EC24-680K	68	±10	50	2,52	2,90	185
EC24-820K	82	±10	50	2,52	3,20	175
EC24-101K	100	±10	50	2,52	3,50	165
EC24-121K	120	±10	60	0,796	3,80	160
EC24-151K	150	±10	60	0,796	4,40	150
EC24-181K	180	±10	60	0,796	5,00	140
EC24-221K	220	±10	60	0,796	5,70	130
EC24-271K	270	±10	60	0,796	7,50	120
EC24-331K	330	±10	60	0,796	9,50	100
EC24-391K	390	±10	60	0,796	10,50	95
EC24-471K	470	±10	60	0,796	11,60	90
EC24-561K	560	±10	60	0,796	13,00	85
EC24-681K	680	±10	60	0,796	18,00	75
EC24-821K	820	±10	60	0,796	23,70	65
EC24-102K	1000	±10	50	0,796	30,00	60

Глава 2

ЦВЕТОВАЯ И КОДОВАЯ МАРКИРОВКА ПОПУЛЯРНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Символы перед цифрами в маркировке на корпусах дискретных элементов часто лишь обозначение производителя, но не всегда. Например, 1N — стандартное обозначение диодов американских производителей, 2N — транзисторов, 3N — оптронов. У европейцев другая система, близкая к нашей: первая буква обозначает тип полупроводника (кремний, германий и т. д.), вторая — тип прибора.

К примеру, BC547 — кремниевый (B) маломощный низкочастотный транзистор (C). У японцев свои нюансы. Впрочем, имеют место и фирменные стилизованные префиксы. Иногда буквы расшифровываются хитро, к примеру, UF (Ultra Fast), или скажем FR (Fast Rectifier). Чтобы во всем этом разобраться по аналогии с главой 1, где были рассмотрены элементы в компактных корпусах для поверхностного монтажа, рассмотрим способы нанесения маркировки и кодировки на корпуса дискретных элементов.

2.1. Цветовая и кодовая маркировка популярных светодиодов

Светодиоды производятся в прозрачном, прозрачном окрашенным, рассеивающем и рассеивающем окрашенном корпусе. Для каждого из них возможны градации длин волн (λр, выраженное в nm) и градации прямого падения напряжения ($U_{\text{пр}}$, выраженное в вольтах), а также

изменение угла по уровню яркости. Это определяющие отличия светоизлучающих диодов друг от друга. В таблицах 2.1 и 2.2 отражены особенности внешней маркировки светодиодов.

2.1.1. Кодовая и цветовая маркировка популярных светодиодов

Таблица 2.1

Кодовая и цветовая маркировка популярных светодиодов

Наименование элемента	Цвет свечения	Маркировка
АЛ102 АМ	Красный	Красная точка
АЛ102БМ	Красный	Две красные точки
АЛ102ВМ	Зеленый	Зеленая точка
АЛ102ГМ	Красный	Три красные точки
АЛ102ДМ	Зеленый	Две зеленые точки
3ЛС331А	Управляемый	3А
3ЛС331АМ	Управляемый	3Б
3Л341А	Красный	1А
3Л341 Б	Красный	1Б
3Л341В	Зеленый	1В
3Л341Г	Зеленый	1Г
3Л341Д	Желтый	1Д
3Л341Е	Желтый	1Е
3Л341И	Красный	1И
3Л341К	Красный	1К
ИПД04А	Красный	2А

Окончание табл. 2.1

Наименование элемента	Цвет свечения	Маркировка
ИПД04Б	Красный	2Б
К ИПД06 А-1К	Красный	Красная или черная точка
К ИПД06-1К	Красный	Две красные или черные точки
К ИПД06-1Л	Нет метки	Три зеленые точки
К ИПД23-К	Красный	АК

2.1.2. Кодовая и цветовая маркировка популярных светодиодов инфракрасного диапазона

Таблица 2.2

Кодовая маркировка популярных светодиодов ИК диапазона

Наименование элемента	Тип корпуса	Маркировка
3Л107А	Пластмассовый	Одна цвет. полоса
3Л107Б	Пластмассовый	Две цвет. полоса
АЛ107А	Пластмассовый	Одна точка
АЛ107Б	Пластмассовый	Две точки
3Л118А	Пластмассовый	Одна черная полоса
3Л136А	Металлостеклянный	Красная точка
3Л137А	Металлостеклянный	Черная точка
АЛ137А	Металлостеклянный	Белая точка
3Л138А	Металлостеклянный	Две черные точки
АЛ159А	Из полимерного материала	Черная точка

Окончание табл. 2.2

Наименование элемента	Тип корпуса	Маркировка
АЛ159Б	Из полимерного материала	Белая точка
АЛ402А	Нет данных	Красная точка
АЛ402Б		Зеленая точка
АЛ402В		Синяя точка

2.2. Цветовая маркировка стабилитронов и стабисторов

В таблице 2.3 представлены данные по цветовой маркировке отечественных стабилитронов и стабисторов.

Таблица 2.3

Цветовая маркировка стабилитронов и стабисторов

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
Д814А1	Нет метки	Черное широкое кольцо
Д814Б1		Черное широкое и черное узкое кольца
Д814В1		Черное узкое кольцо
Д814Г1		Желтое широкое кольцо
Д814Д1		Три узких черных кольца
Д818А	Черная метка на торце корпуса + белое кольцо	Нет метки
Д818Б	Черная метка на торце корпуса + желтое кольцо	
Д818В	Черная метка на торце корпуса + голубое кольцо	
Д818Г	Черная метка на торце корпуса + зеленое кольцо	

Продолжение табл. 2.3

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
Д818Д	Черная метка на торце корпуса + серое кольцо	Нет метки
Д818Е	Черная метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	
КС107А	Серая метка на торце корпуса + красное кольцо	
КС126А	Красное широкое + фиолетовое узкое + белое узкое кольца	
КС126Б	Оранжевое широкое + черное узкое + белое узкое кольца	
КС126В	Оранжевое широкое + оранжевое широкое + белое узкое кольца	
КС126Г	Оранжевое широкое + белое узкое + белое узкое кольца	
КС126Д	Желтое широкое + фиолетовое узкое +белое узкое кольца	
КС126Е	Зеленое широкое + голубое узкое + белое узкое кольца	
КС126Ж	Голубое широкое + красное узкое + белое узкое кольца	
КС126И	Голубое широкое + серое узкое + белое узкое кольца	
КС126К	Фиолетовое узкое + зеленое узкое + белое узкое кольца	
КС126Л	Серое широкое + красное узкое + белое узкое кольца	
КС126М	Белое широкое + коричневое узкое + белое узкое кольца	
КС207А	Коричневое широкое + черное узкое + черное узкое кольца	
КС207Б	Коричневое широкое + коричневое узкое + черное узкое кольца	
КС207В	Коричневое широкое + красное узкое + черное узкое кольца	
КС133А	Голубое кольцо	Белое кольцо

Продолжение табл. 2.3

<table>
<tr><th>Тип элемента</th><th>Метка у выводов катода</th><th>Метка у выводов анода</th></tr>
<tr><td>2С133А</td><td>Белое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС133Г</td><td>Оранжевая метка на торце корпуса</td><td>Нет метки</td></tr>
<tr><td>КС139А</td><td>Зеленое кольцо</td><td>Белое кольцо</td></tr>
<tr><td>2С139А</td><td>Зеленое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС147А</td><td>Серое или синее кольцо</td><td>Белое кольцо</td></tr>
<tr><td>2С147А</td><td>Нет метки</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС147Г</td><td>Зеленая метка на торце корпуса</td><td>Нет метки</td></tr>
<tr><td>КС156А</td><td>Оранжевое кольцо</td><td>Белое кольцо</td></tr>
<tr><td>2С156А</td><td>Оранжевое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС156Г</td><td>Красная метка на торце корпуса</td><td>Нет метки</td></tr>
<tr><td>КС168А</td><td>Красное кольцо</td><td>Белое кольцо</td></tr>
<tr><td>2С168А</td><td>Красное кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС175Ж</td><td>Белое кольцо</td><td rowspan="7">Нет метки</td></tr>
<tr><td>КС182Ж</td><td>Желтое кольцо</td></tr>
<tr><td>КС191Ж</td><td>Красное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС210Ж</td><td>Зеленое кольцо</td></tr>
<tr><td>КС211Ж</td><td>Серое кольцо</td></tr>
<tr><td>КС212Ж</td><td>Оранжевое кольцо</td></tr>
<tr><td>КС213Ж</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС215Ж</td><td>Белое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС216Ж</td><td>Желтое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС218Ж</td><td>Красное кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС220Ж</td><td>Зеленое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС222Ж</td><td>Серое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>КС224Ж</td><td>Оранжевое кольцо</td><td>Черное кольцо</td></tr>
<tr><td>2С175Ж</td><td>Голубая метка на торце корпуса + белое кольцо</td><td rowspan="3">Нет метки</td></tr>
<tr><td>2С182Ж</td><td>Голубая метка на торце корпуса + желтое кольцо</td></tr>
<tr><td>2С191Ж</td><td>Голубая метка на торце корпуса + красное кольцо</td></tr>
</table>

Продолжение табл. 2.3

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
2С210Ж	Голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	Нет метки
2С211Ж	Голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	
2С212Ж	Голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	
2С213Ж	Голубая метка на торце корпуса + черное кольцо	
2С215Ж	Голубая метка на торце корпуса + белое кольцо	Черное кольцо
2С216Ж	Голубая метка на торце корпуса + желтое кольцо	Черное кольцо
2С218Ж	Голубая метка на торце корпуса + красное кольцо	Черное кольцо
2С220Ж	Голубая метка на торце корпуса + зеленое кольцо	Черное кольцо
2С222Ж	Голубая метка на торце корпуса + серое кольцо	Черное кольцо
2С224Ж	Голубая метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	Черное кольцо
КС405А	Серая метка на торце корпуса + красное кольцо	Черное кольцо
КС406А	Черная метка на торце корпуса + серое кольцо	Белое кольцо
КС406Б	Черная метка на торце корпуса + белое кольцо	Оранжевое кольцо
КС407А	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Голубое кольцо
КС407Б	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Оранжевое кольцо
КС407В	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Желтое кольцо
КС407Г	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Зеленое кольцо
КС407Д	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Серое кольцо

Окончание табл. 2.3

Тип элемента	Метка у выводов катода	Метка у выводов анода
КС411А	Белое кольцо	Черное кольцо
КС411Б	Синее кольцо	Черное кольцо
КС508А	Черная метка на торце корпуса + оранжевое кольцо	Зеленое кольцо
КС508Б	Черная метка на торце корпуса + желтое кольцо	Белое кольцо
КС508В	Черная метка на торце корпуса + красное кольцо	Зеленое кольцо
КС508Г	Черная метка на торце корпуса + голубое кольцо	Белое кольцо
КС508Д	Черная метка на торце корпуса + зеленое кольцо	Белое кольцо
КС510А	Оранжевое кольцо	Зеленое кольцо
КС512А	Желтое кольцо	Зеленое кольцо
КС515А	Белое кольцо	Зеленое кольцо
КС516А	Зеленое кольцо	Черное кольцо
КС518А	Голубое кольцо	Зеленое кольцо
КС522А	Серое кольцо	Зеленое кольцо
КС527А	Черное кольцо	Зеленое кольцо

2.3. Цветовая маркировка диодов

Диоды, стабилитроны и стабисторы маркируются полоской, к примеру, так, как представлено на рис. 2.6 (вкладка).

Точками дискретные элементы маркируются так, как показано на рис. 2.7 (вкладка). Информация по цветовой маркировке диодов представлена в табл. 2.4.

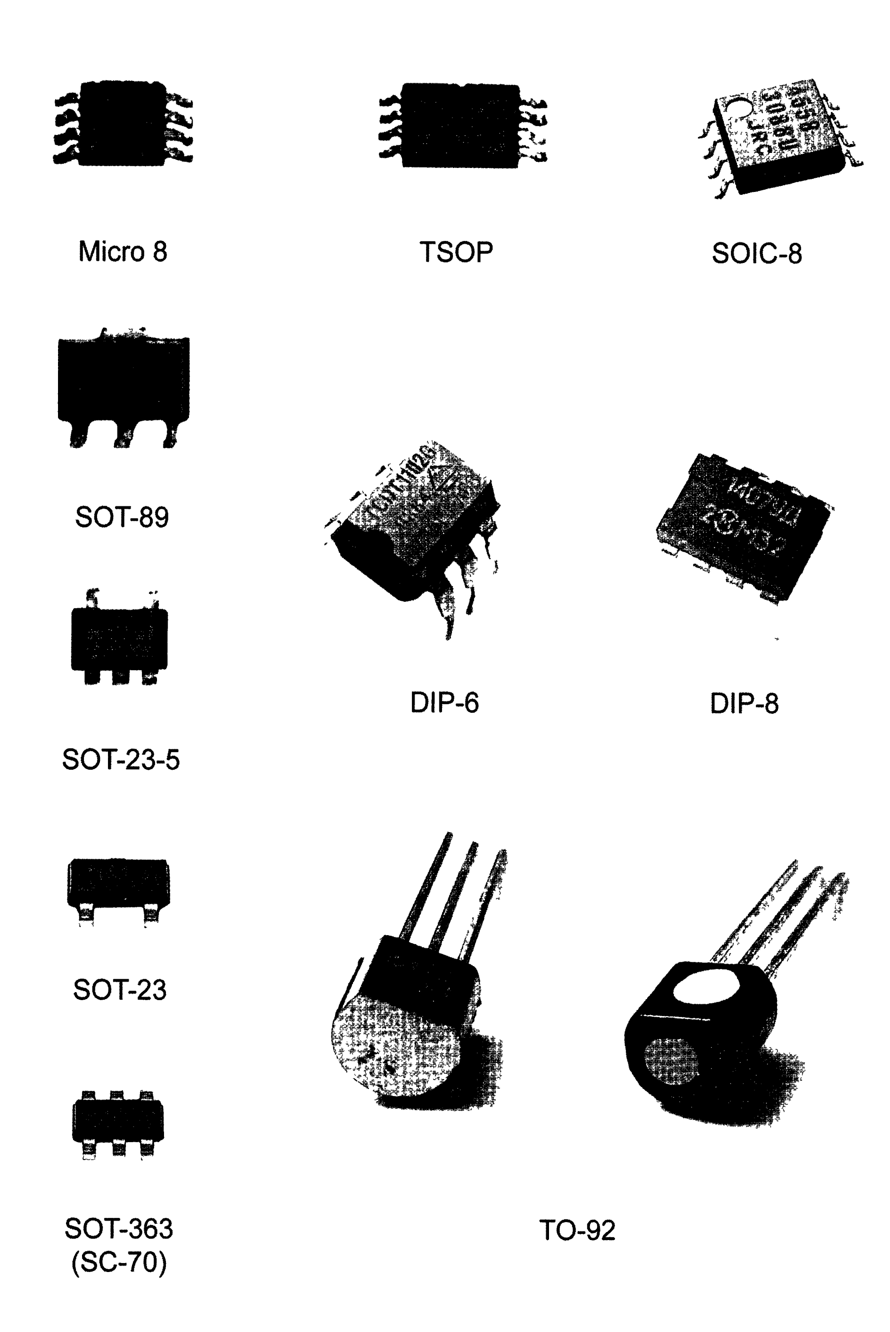


Рис. 1.1. Различные корпуса радиоэлектронных элементов

Цветовая (точечная) маркировка дискретных
транзисторов в корпусах КТ27 (ТО-126)

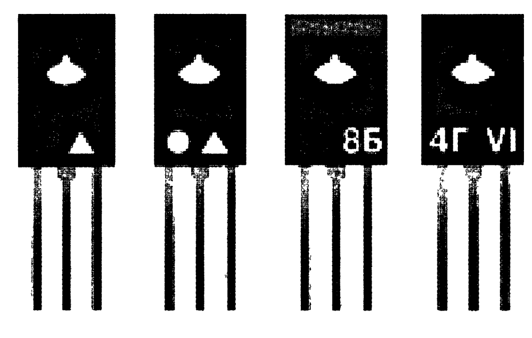
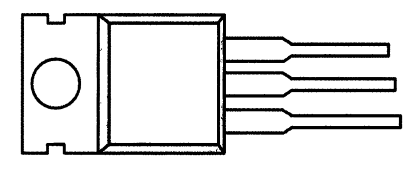
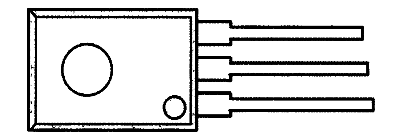


Рис. 2.11.



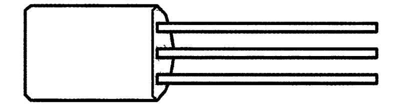
эмиттер
коллектор
база

КТ851Б



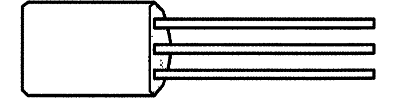
база
коллектор
эмиттер

КТ940А КТ9115А



исток
сток
затвор

КП501 (А - В)



исток
затвор
сток

Рис. 2.12.

Таблица 2.4

Цветовая маркировка диодов

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусс	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
Д9Б	Нет метки	Красное кольцо	Нет метки
Д9В		Оранжевое или красное + оранжевое кольцо	
Д9Г		Желтое или красное + желтое кольцо	
Д9Д		Белое или красное + белое кольцо	
Д9Е		Голубое или красное + голубое кольца	
Д9Ж		Зеленое или красное + зеленое кольцо	
Д9И		Два желтых кольца	
Д9К		Два белых кольца	
Д9Л		Два зеленых кольца	
Д9М		Два голубых кольца	
КД102А		Зеленая точка	
КД102Б		Синяя точка	
2Д102А		Желтая точка	
2Д102Б		Оранжевая точка	
КД103А	Черный	Синяя точка	
КД103Б	Зеленый	Желтая точка	

Продолжение табл. 2.4

<table>
<tr><th>Тип диода</th><th>Цвет корпуса или метка на корпусе</th><th>Метка у анода (+)</th><th>Метка у катода (–)</th></tr>
<tr><td>2Д103А</td><td>Нет метки</td><td>Белая точка</td><td rowspan="16">Нет метки</td></tr>
<tr><td>КД105Б</td><td>Точка отсутствует</td><td>Белая или желтая полоса</td></tr>
<tr><td>КД105В</td><td>Зеленая точка</td><td>Белая или желтая полоса</td></tr>
<tr><td>КД105Г</td><td>Красная точка</td><td>Белая или желтая полоса</td></tr>
<tr><td>КД105Д</td><td>Белая или желтая точка</td><td>Белая или желтая полоса</td></tr>
<tr><td>КД208А</td><td>Желтая точка</td><td>Черная, зеленая или желтая точка</td></tr>
<tr><td>КД209А</td><td>Нет метки</td><td>Черная, зеленая или желтая точка</td></tr>
<tr><td>КД209Б</td><td>Белая точка</td><td>Черная, зеленая или желтая точка</td></tr>
<tr><td>КД209В</td><td>Черная точка</td><td>Черная, зеленая или желтая точка</td></tr>
<tr><td>КД209Г</td><td>Зеленая точка</td><td>Черная, зеленая или желтая точка</td></tr>
<tr><td>КД221А</td><td>Нет метки</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД221Б</td><td>Белая точка</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД221В</td><td>Черная точка</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД221Г</td><td>Зеленая точка</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД221Д</td><td>Бежевая точка</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД221Е</td><td>Желтая точка</td><td>Голубая точка</td></tr>
<tr><td>КД226А</td><td>Нет метки</td><td>Нет метки</td><td>Оранжевое кольцо</td></tr>
</table>

КД226Б	Нет метки	Нет метки	Красное кольцо
КД226В	Нет метки	Нет метки	Зеленое кольцо
КД226Г	Нет метки	Нет метки	Желтое кольцо
КД226Д	Нет метки	Нет метки	Белое кольцо
КД226Е	Нет метки	Нет метки	Голубое кольцо
КД243А	Нет метки	Нет метки	Фиолетовое кольцо
КД243Б	Нет метки	Нет метки	Оранжевое кольцо
КД243В	Нет метки	Нет метки	Красное кольцо
КД243Г	Нет метки	Нет метки	Зеленое кольцо
КД243Д	Нет метки	Нет метки	Желтое кольцо
КД243Е	Нет метки	Нет метки	Белое кольцо
КД243Ж	Нет метки	Нет метки	Голубое кольцо
КД247А	Нет метки	Нет метки	Два фиолетовых кольца
КД247Б	Нет метки	Нет метки	Два оранжевых кольца
КД247В	Нет метки	Нет метки	Два красных кольца
КД247Г	Нет метки	Нет метки	Два зеленых кольца
КД247Д	Нет метки	Нет метки	Два желтых кольца
КД247Е	Нет метки	Нет метки	Два белых кольца
КД247Ж	Нет метки	Нет метки	Два голубых кольца
КД410А	Нет метки	Красная точка	Нет метки
КД410Б	Нет метки	Синяя точка	Нет метки

Окончание табл. 2.4

Тип диода	Цвет корпуса или метка на корпусе	Метка у анода (+)	Метка у катода (–)
КД509А	Нет метки	Синее узкое кольцо	Синее широкое кольцо
2Д509А		Синяя точка и узкое кольцо	Синее широкое кольцо
КД510А		Два зеленых узких кольца	Зеленое широкое кольцо
2Д510А		Зеленая точка и узкое кольцо	Зеленое широкое кольцо
КД521А		Два синих узких кольца	Синее широкое кольцо
КД521Б		Два серых узких кольца	Серое широкое кольцо
КД521В		Два желтых узких кольца	Желтое широкое кольцо
КД521Г		Два белых узких кольца	Белое широкое кольцо
КД522А		Черное широкое кольцо	Черное узкое кольцо
КД522Б		Черное широкое кольцо	Два черных узких кольца
2Д522Б		Черное широкое кольцо	Черная точка
КД906	Белая полоса у четвертого вывода	Нет метки	Нет метки
КДС111А	Красная точка		
КДС111Б	Зеленая точка		
КДС111В	Желтая точка		
КЦ422А	Нет метки		Черная точка
КЦ422Б	Белая точка		Черная точка
КЦ422В	Черная точка		Черная точка
КЦ422Г	Зеленая точка		Черная точка

2.4. Цветовая маркировка варикапов

Цветовая маркировка варикапов представлена в табл. 2.5

Таблица 2.5

Цветовая маркировка варикапов

Варикап	Цветовая маркировка
КВ101А	Полярность обозначается точкой со стороны анода
2В102 КВ102	Полярность обозначается желтой точкой со стороны анода Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
2В104 КВ104А	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода Полярность обозначается оранжевой точкой со стороны анода
КВ109А 109Б 109В	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода Полярность обозначается красной точкой со стороны анода Полярность обозначается зеленой точкой со стороны анода
КВС111А 111Б	Маркируется белой точкой Маркируется оранжевой точкой
2В112Б9	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода
2В113А 113Б КВ113А 113Б	Полярность обозначается белой точкой со стороны анода Полярность обозначается оранжевой точкой со стороны анода Полярность обозначается желтой точкой со стороны анода Полярность обозначается зеленой точкой со стороны анода
КВ121А 121Б	Тип обозначается синей точкой или полосой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода Тип обозначается желтой точкой или полосой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода

Продолжение табл. 2.5

Варикап	Цветовая маркировка
КВ122А	Маркируется оранжевой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
122Б	Маркируется фиолетовой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
122В	Маркируется коричневой точкой, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
КВ122А9	Тип и полярность обозначаются оранжевой точкой со стороны анода
КВ123А	Маркируется белой полосой со стороны анода, полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
2В124А	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода тип обозначается зеленой точкой со стороны анода
124Б	Тип обозначается зеленой точкой со стороны катода
2В124А9	Тип обозначается зеленой точкой со стороны анода
2В125А	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода тип обозначается белой точкой со стороны анода
КВ127А	Тип обозначается белой краской со стороны катода полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
127Б	Тип обозначается красной краской со стороны катода полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
127В	Тип обозначается желтой краской со стороны катода полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
127Г	Тип обозначается зеленой краской со стороны катода полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода
КВ128А	Тип и полярность обозначаются красной точкой со стороны анода
КВ129А	Тип и полярность обозначаются черной точкой со стороны анода
КВ130А	Маркируются красной точкой со стороны катода
КВ130А9	Тип и полярность обозначаются оранжевой точкой со стороны анода

Окончание табл. 2.5

Варикап	Цветовая маркировка
КВ131А	Тип и полярность обозначаются красной точкой со стороны анода
КВ132А	Тип обозначается белой точкой со стороны катода
2В133А	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода тип обозначается красной точкой со стороны катода
КВ134А КВ134А9	Тип обозначается белой (желтой) точкой со стороны катода полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода Тип и полярность обозначаются желтой точкой со стороны анода
КВ135А	Тип и полярность обозначаются белой точкой со стороны анода
КВ138А 138Б	Две белые точки Две красные точки
КВ142А 142Б	Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода тип обозначается белой точкой со стороны анода Полярность обозначается выпуклой точкой со стороны катода тип обозначается красной точкой со стороны анода
2В143А 143Б 143В	Маркируется белой точкой со стороны катода Маркируется красной точкой со стороны катода Маркируется желтой точкой со стороны катода
КВ146А	Тип и полярность обозначаются желтым кольцом со стороны катода
КВ149А КВ149Б КВ149В	Тип и полярность обозначаются оранжевым кольцом со стороны катода Тип и полярность обозначаются двумя оранжевыми кольцами со стороны катода Тип и полярность обозначаются двумя белыми кольцами со стороны катода

2.5. Маркировка и электрические характеристики звуковых капсюлей

Таблица 2.6

Популярные капсюль-генераторы и их электрические характеристики

Наименование	Напряжение, В	Ток потребления, мА, при $U_П = 12$ В	Сила звука, дБ	Особенности звучания	Примечание, № рис. на вкладке
HC0903A	12*	480	80	Непрерывный звук	Сопротивление 25 Ом
HCM1206X	12*	140	40		—
FMQ-2015B	1–15	40	70		—
FMQ-2718B	6–15	40	80	Прерывистый	Рис. 2.2
FMQ-2724	4–20	40	80	Непрерывный звук	—
FMQ-2715	5–24	40	80	Непрерывный звук	—
1205FXP	5	12 при $U_П = 5$ В	30		Рис. 2.1
1212FXP	12	20	40		
FY-14A	12	30	40		—
SLN	5–12	35	60		—
75PZ2335OPH	9–12	35	80		—
EFM-230	12	23	30		—
EFM-250	12	25	45		—
EFM-475	12	47	92		—
EFM-320BL	12	32	80	Прерывистый	—
EFM-432AM	12	43	90	Непрерывный звук	—

Окончание табл. 2.6

Наименование	Напряжение, В	Ток потребления, мА, при $U_{\text{П}}$ = 12 В	Сила звука, дБ	Особенности звучания	Примечание, № рис. на вкладке
HPA17AX	9–15	17	30	Непрерывный звук	—
KPX-1212B	12	40	80	Непрерывный	Рис. 2.3
KPS4210	9	40	70	Сирена	
TR-1203Y	3	20	15	Непрерывный	—
PKLCD1212R1000-R1	12	38	70–80		—
PKLCS1212E4001-R1	12	38	70–80	Прерывистый	Рис. 2.5
HSB23-A8	12	23	45	Непрерывный	—
KPI-4332-12	12	43	75	Прерывистый	Рис. 2.3
KPI-4510L	12	45	80		
KPI-2313L	12	23	60		
KPI-2313PIN	12	23	60	Сирена	
KPI-1410	12	14	40	Непрерывный	—
KPS-19-12	12	110	108	Сирена	Рис. 2.4

* Номинальное напряжение для капсюля. С уменьшенной силой звукового давления он может работать при понижении напряжения питания до 5 В.

2.6. Аналоги полевых транзисторов

Полевые транзисторы в дискретном исполнении встречаются в корпусах КТ26 (ТО-92) — рис. 2.8—2.10 (на вкладке) и более мощные в корпусах КТ-27 (ТО-126) — рис. 2.11, 2.12. На вкладке показаны места маркировки точками и спецсимволами транзисторов в указанных корпусах.

Таблица 2.7

Отечественные и зарубежные популярные полевые транзисторы. Взаимозамены по электрическим характеристикам

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП150	IRF150	КП502	BSS124
КП240	IRF240	КП503	BSS129
КП250	IRF250	КП504	BSS88
КП302А	BFR30, 2SK543-5	КП505	BSS295
		КП510	IRF510
КП302Б, КП303Г	2N3819	КП520	IRF520
		КП530	IRF530
КП302А, КП303В	2N5459	КП540	IRF540
КП303Б	2SK513	КП610	IRF610
КП305А	2N5949	КП620	IRF620
КП302А, КП307А...Б	2N5104	КП630	IRF630
		КП640	IRF640
КП307Ж	BF244A	КП707Б1	BUZ90
КП333А	3SR137	КП710	IRF710
КП333Б	3SK162	КП717Б	IRF350
КП340	IRF340	КП718А	BUZ45
КП350	IRF350	КП718Е1	IRF453
КП364А...И	2SK653	КП719А	PFP12PO8
КП365А	BF410C	КП719Б	IRF5532
КП382А	BF960	КП720	IRF720
КП402А	BF998	КП722А	BUZ36
КП403А	3SK132	КП723А	IRFZ44
КП440	IRF440	КП723Б	IRFZ45
КП450	IRF450	КП723В	IRFZ40
КП501А	ZVN2120	КП723Г	IRLZ44

Продолжение табл. 2.7

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог	Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП724А	MTP6N60	КП743Б	IRF511
КП724Б	IRF842	КП743В	IRF512
КП725А	TPF450	КП744А	IRF520
КП726А	BUZ90A	КП744Б	IRF521
КП727А	BUZ71	КП744В	IRF522
КП727Б	IRFZ34	КП744Г	IRL520
КП727В	IRLZ34	КП745А	IRF530
КП728А	BUZ80A	КП745Б	IRF531
КП730	IRF730	КП745В	IRF532
КП730А	IRGPH50F	КП745Г	IRL530
КП731А	IRF710	КП746А	IRF540 2SK1058 2SK1529 EC10N20
КП731Б	IRF711		
КП731В	IRF712		
КП737А	IRF630	КП746Б	IRF541
КП737Б	IRF634	КП746В	IRF542
КП737В	IRF635	КП746Г	IRL540
КП739А	IRFZ14	КП747А	IRFP150
КП739Б	IRFZ10	КП748А	IRF610
КП739В	IRFZ15	КП748Б	IRF611
КП740	IRF740	КП748В	IRF612
КП740А	IRFZ24	КП749А	IRF620
КП740Б	IRFZ20	КП749Б	IRF621
КП740В	IRFZ25	КП749В	IRF622
КП741А	IRFZ48	КП750А	IRF640
КП741Б	IRFZ46	КП750Б	IRF641
КП742А	STH75N06	КП750В	IRF642
КП742Б	STH75N05	КП750Г	IRL640
КП743А	IRF510	КП751А	IRF720

Окончание табл. 2.7

Отечественный транзистор	Зарубежный аналог
КП751Б	IRF721
КП751В	IRF722
КП752А...В	IRF730 IRF731 IRF732
КП752А	IRF730
КП752Б	IRF731
КП752В	IRF732
КП753А	IRF830
КП753Б	IRF831
КП753В	IRF832
КП771А	STP40N10
КП784А	IRF9Z34 IRF9532
КП785А	IRF9540 2SJ162 2SJ200 EC10P20
КП803А	IRFBG30
КП809А,Б	IXTP3N80(A)
КП809В,Г	BVZ90
КП809Д,Е	BVZ90(A)
КП810А	DVZ216
КП810Б,В	YTF832
КП820	IRF820
КП830	IRF830
КП840	IRF840
КП909А-В	3N169
КП922А	NTR7N05
КП922А1	IRF540 BUZ11
КП932А	MTP5N05
КП934А	F1053
КП934Б	ST1053
КП934В	MSC0204100
КП945А,Б	IRFR024
КП953А–В	BLF544B
КП953Г	F1014
КП954А,Б	BFL545
КП960А– КП960В	2SK659
КП961А	BLF242A
2П336 (А1,Б1)	2SK49
2П337(АР,БР)	BF410A
2П340А1	2SK508
2П340Б1	2SK444
2П703А	RRF623
2П703Б	MTP4N10
2П712А	MTP12P08
2П712Б	2N7089
2П712В	MTP8P10
2П803А	BV2310
2П917А,Б	F1053
2П923А	VN1204N1
2П934А	2SK1409
2П942А-В	MRF136
3П606 (А2...Б2)	MGF1802
3П927А2	FLM5964-4C
3П927Б2	FLV5964-8C
3П927В2	MSM5964-2
3П927Г2	MSM5964-5

2.7. Маркировка популярных элементов питания

Миниатюрные элементы питания (дисковые батарейки и элементы) пользуются постоянным спросом: много портативных устройств используют их в качестве источников питания — миниатюрные часы, ручки-указки, фонарики локальной подсветки, брелоки и другие.

Чтобы разбираться среди разнообразных элементов, предлагаю читателям справочные сведения по некоторым наиболее популярным из них.

2.7.1. Элементы питания дисковые с номинальным напряжением 1,5 В

Таблица 2.8

Элементы питания дисковые типа «Renata» с номинальным напряжением 1,5 В

Тип	Габариты, мм	Емкость мА/ч	Тип	Габариты, мм	Емкость мА/ч
335	5,8×1,25		362	5,8×2,1	23
317	5,8×1,6	12	397	5,8×2,6	30
379	5,8×2,1	14	329	5,8×3,1	30
319	5,8×2,7	16	384	5,8×3,6	43
377	5,8×2,6	24	392	5,8×3,6	45
321	5,8×1,6	14	309	5,8×5,4	70
364	5,8×2,15	19	371	5,8×2,1	35
346	5,8×1,25	9	395	5,8×2,6	46
341	5,8×1,45	13	394	5,8×3,6	60
315	5,8×1,65	21			

2.7.2. Дисковые элементы питания типа LR с номинальным напряжением 1,5 В

Таблица 2.9

Дисковые элементы питания типа LR

Тип	LR1120	LR1130	LR43	LR44
Обозначение (разных производителей)	G8, AG8, RW40	G10, AG10, RW49, WL10	G12, AG12, WS10, WL11	G13, AG13, S76, WL14
Емкость, мА/ч	25	50	80	120
Диаметр/высота, мм	11,6/2,1	11,6/3,1	11,6/4,2	11,6/5,4
Вес, г	0,76	1,1	1,5	1,9

2.7.3. Гальванические элементы и батареи элементов Energizer

Таблица 2.10

Гальванические элементы и батареи элементов Energizer

Тип	Габариты, мм	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
LR6	AA (15 × 51)	1,5	2 700
LR14	C (26 × 50)		8 000
LR20	D (33 × 62)		18 000
LR03	AAA (11 × 45)		1 200
6LR1	(48,5 × 26,2 × 17)	9	600
LR61	AAAA (42 × 8,3)	1,5	600

2.7.4. Гальванические элементы и батареи GP-Greencell

Таблица 2.11

Гальванические элементы и батареи GP-Greencell

Тип	Габариты, мм	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
R3	AAA (11 × 45)	1,5	650
R6	AA (15 × 51)		1450

Окончание табл. 2.11

Тип	Габариты, мм	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
R14	C (26 × 50)	1,5	3800
R20	D (33 × 62)		9000
9V-block	(48,5 × 26,2 × 17)	9	450

2.7.5. Кодировка и параметры разных элементов и батарей

Таблица 2.12

Разные элементы и батареи

Обозначение по стандарту		Габариты ($L \times B \times H$), мм	Масса, г	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
МЭК	ГОСТ, ТУ				
Элементы					
LR1	293	12 × 30,2	9,5	1,5	650
LR03	286	10,5 × 44,5	13	1,5	800
LR6	LR6; A316; BA316; 316-ВЦ	14,5 × 50,5	25	1,5	1000...3700
LR10	A332; BA332	20,5 × 37	26	1,5	1300...2800
LR14	LR14; A343; BA343	26,2 × 50	65	1,5	3000...8200
LR20	LR20; A373; BA373	34,1 × 61,5	125	1,5	5500...16 000
Батареи					
6LF22	«Корунд»	26,5 × × 17,5 × 48,5	46	9	620
Элементы					
SR41	СЦ-21; СЦ-0.038	7,9 × 3,6	0,7	1,5...1,55	38...45
SR42	СЦ-0.08	11,6 × 3,6	1,6	1,5...1,55	80...100
SR43	СЦ-32; СЦ-0,12	11,6 × 4,2	1,8	1,5...1,55	110...120

Продолжение табл. 2.12

Обозначение по стандарту		Габариты ($L \times B \times H$), мм	Масса, г	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
МЭК	ГОСТ, ТУ				
8R44	СЦ-0,18	11,6 × 5,4	2,3	1,5...1,55	130...190
	СЦ-30	11,6 × 2,6	1,5	1,5...1,55	60
Батареи					
4SR44		13 × 25,2	14,2	6	170
Элементы					
R1	R1; 293	12 × 30,2	7,5	1,5	150
R03	R03; 286	10,5 × 44,5	8,5	1,5	180
R6	R6; 316;	14,5 × 50,5	19	1,5	450...850
R10	R10; 332	21,8 × 37,3	30	1,5	280
R12	R12; 336	21,5 × 60	48	1,5	730
R14	R14; 343	26,2 × 50	46	1,5	1530...1760
R20	R20; 373	31,4 × 61,5	95	1,5	4000
R40	R40; AR40	67 × 172	600	1,5	39 000... 46 000
Батареи					
2R10	2R10	21,8 × 4,6	58	3	280
3R12	3R12; 336	62 × 22 × 67	125	4,5	1500
4R25	4R25	67 × 67 × 102	650	6	4000
6F22	6F22	26,5 × × 17,5 × 48,5	30	9	190...250
6F100	6F100	66 × 52 × 81	460	9	3600
Элементы					
MR6	MR6	10,5 × 44,5	25	1,35	1700
MR9	РЦ53	16 × 6,2	4,2...4,6	1,35	250...360
MR19	РЦ85	30,8 × 17	43	1,35	3000
MR42	РЦ31	11,6 × 3,6	1,4...1,6	1,35	110
MR52	РЦ55	16,4 × 11,4	8...9	1,35	450...500
	РЦ63	21 × 7,4	11	1,34	700
	РЦ65	21 × 13	18,1	1,34	1500
	РЦ73	25,5 × 8,4	17,2	1,34	1200

Окончание табл. 2.12

Обозначение по стандарту		Габариты ($L \times B \times H$), мм	Масса, г	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
МЭК	ГОСТ, ТУ				
	РЦ75	25,5 × 13,5	27,3	1,34	2200
	РЦ82	30,1 × 9,4	30	1,34	2000
	РЦ83	30,1 × 9,4	28,2	1,34	2000
	РЦ93	31 × 60	170	1,34	13 000
Батареи					
3MR9	3РЦ53	17 × 21,5	15	4,05	250...360
4MR9	4РЦ53	17 × 27	20	5,4	360
2MR52	2РЦ 55с	17 × 23	19	2,7	450
3MR52	3РЦ 55с	17 × 35	28	4,05	450
	4РЦ 55с	16,2 × 53	40	5,4	450
	5РЦ 55с	16,2 × 66	50	6,7	450
	6РЦ63	23 × 48	72	7,2	600

Таблица 2.13

Параметры элементов питания относительно типоразмера

Шифр типоразмера	Габариты, мм	Масса, г	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
333	3,8 × 33	1,1	3	40
426	4,2 × 25,9	0,55	3	20
436	4,2 × 35,9	0,85	3	40
721	7,9 × 2,1	0,45	1,5	18
772	7,9 × 7,2	1	3	30
921	9,5 × 2,1	0,55	1,5	35
926	9,5 × 2,6	0,7	1,5	45
1121	11,6 × 2,1	0,85	1,5	50
1136	11,6 × 3,6	1,25	1,5	100
1154	11,6 × 5,4	1,85	1,5	170
1154	11,6 × 5,4	1,7	3	130
1220	12,5 × 2	0,8	3	30

Окончание табл. 2.13

Шифр типоразмера	Габариты, мм	Масса, г	Напряжение, В	Емкость, мА/ч
1225	12,5 × 2,5	0,9	3	36
1616	16 × 1,6	1	3	30
1620	16 × 2	1,2	3	50
2010	20 × 1	1,1	3	20
2016	20 × 1,6	1,7	3	50...65
2020	20 × 2	2,3	3	90
2025	20 × 2,5	2,5	3	120 (100)
2032	20 × 3,2	3	3	170 (130)
2192	21 × 9,1	11	3,5	400
2192	21 × 9,2	8,9	3	800
2312	23 × 1,6	2,3	3	90
2320	23 × 2	3	3	80...110
2325	23 × 2,5	3,7	3	140...160
2420	24,5 × 2	3,2	3	120 (100)
2430	24,5 × 3	4	3	200 (160)
2432	24,5 × 3,2	4,2	3	180
2525	25 × 2,5	4	3	200
2779	27,3 × 7,9	13	3	1200
3506	35,5 × 6	19,5	3	1700
11100	11,6 × 10,8	3,3	3	160
12600	12 × 60,2	16	3	1000
13250	13 × 25,2	9	6	160
14250	14,1 × 24,5	7,3	1,5	1600
14250	14,5 × 25	10	3	1000
14500	14,1 × 49,5	17,4	1,5	3900
17230	17 × 23	9,5	3	750
17340	17 × 33,5	13,5	3	1200
26180	26,2 × 18,2	25	3,5	1000
26500	26 × 50	47	3	5000
32610	32 × 60,5	110	1,5	16 000

О некоторых особенностях элементов и батарей зарубежного производства, преимущественном их назначении можно судить по сделанным на них надписям:

Alkaline — элемент (батарея) со щелочным электролитом;

Camera — для фотокиноаппаратуры;

Cigarette Lighter — для карманной зажигалки;

Communication Device — для радиостанций и иных средств связи;

Fishing Float — для поплавка;

Game — для электронной игрушки;

Hearing Aid — для слухового аппарата;

Lighter — к зажигалке;

Lithium — литиевый элемент (батарея);

Marganese-Zinc — марганец-цинковый элемент (батарея);

Measuring Equipment — для измерительных приборов;

Medical Instrument — для медицинских приборов;

Mercuric Oxide — ртутно-цинковый элемент (батарея);

Microphone — для микрофона;

Mini Radios — для миниатюрного радиоприемника;

Nickel-Zinc — никель-цинковый элемент (батарея);

Photographic Light Meter — для фотоэкспонометра;

Pocket Bell — для карманного будильника;

Silver Oxide — серебряно-цинковый элемент (батарея);

Standart — универсальный элемент (батарея);

Watch — для часов;

Wristwatch — для наручных часов.

1. Напряжение в осветительной сети и частоты в некоторых странах мира

Таблица 1

Напряжение в осветительной сети и частоты в некоторых странах мира

Государство	Напряжение в осветительной сети, В	Частота, Гц	Префикс
Argentina (Аргентина)	220	50	AR
Australia (Австралия)	240	50	SAA
Austria (Австрия)	230	50	U/V
Bangladesh (Бангладеш)	220	50	AR
Belgium (Бельгия)	230	50	U
Bermuda (Бермуды)	120	60	AF
Brazil (Бразилия)	110/220	60	AF/AR
Canada (Канада)	120	60	Ul
Chile (Чили)	220	50	AR
China (Китай)	220	50	SAA
Colombia (Колумбия)	110	60	AF
Cyprus (Кипр)	240	50	UK
Czech Republic (Чехия)	220	50	U
Denmark (Дания)	220	50	U
Ecuador (Эквадор)	120–127	60	AF
Egypt (Египет)	220	50	AR
Finland (Финляндия)	230	50	U
France (Франция)	230	50	U
Germany (Германия)	220	50	U/V
Greece (Греция)	220	50	U
Hong Kong (Гонконг)	220	50	UK
Hungary (Венгрия)	220	50	U

Продолжение табл. 1

Государство	Напряжение в осветительной сети, В	Частота, Гц	Префикс
Iceland (Исландия)	220	50	U
India (Индия)	230	50	AR
Indonesia (Индонезия)	220	50	AR/U
Ireland (Ирландия)	220	50	UK
Israel (Израиль)	230	50	AR
Italy (Италия)	127/220	50	U
Jamaica (Ямайка)	110	60	AF
Japan (Япония)	100	50/60	AF
Jordan (Иордания)	220	50	AR
Korea (Корея)	220	60	U
Kuwait (Кувейт)	240	50	AR
Macao (Макао)	200	50	AR
Malaysia (Малайзия)	240	50	UK
Mexico (Мексика)	127	60	AF
Netherlands (Нидерланды)	220	50	U
New Zealand (Новая Зеландия)	240	50	SAA
Nigeria (Нигерия)	230	50	AR
Norway (Норвегия)	230	50	U
Pakistan (Пакистан)	220	50	AR
Peru (Перу)	220	50	AR
Philippines (Филиппины)	110/220	60	LF
Poland (Голландия)	220	50	U
Portugal (Португалия)	220	50	U/V
Puerto Rico (Пуэрто-Рико)	120	60	LF
Romania (Румыния)	220	50	U/V
Russia&Soviet republics (СНГ)	220	50	U/L
Singapore (Сингапур)	230	50	UK
Slovakia (Словения)	220	50	U
South Africa (Южная Африка)	230	50	RUK

Окончание табл. 1

Государство	Напряжение в осветительной сети, В	Частота, Гц	Префикс
Spain (Испания)	220	50	U
Sri Lanka (Шри Ланка)	230	50	AR
Sweden (Швеция)	230	50	U/K
Switzerland (Швейцария)	220	50	U
Taiwan (Тайвань)	110	60	AF
Thailand (Таиланд)	220	50	AR
Turkey (Турция)	220	50	U/V
United Arab Emirates (ОАЭ)	220	50	UK
United Kindom (Великобритания)	230	50	UK
United States of America (США)	120	60	UL
Uruguay (Уругвай)	220	50	AR
Venezuela (Венесуэла)	120	60	AF
Zaire (Заир)	220	50	AR

2. Аналоги варисторов разных производителей

Открыть тему по варисторам меня побудил уже не один случай спасения ими дорогостоящей аппаратуры при скачках сетевого напряжения. Этот очень полезный элемент работает просто. В платах РЭА, теле-, аудио-, видеотехники ставится, как правило, после сетевого предохранителя. При перегрузке по напряжению на входе ИП варистор замыкается, предохранитель сгорает. После замены устройства работают «как новые». В некоторых схемах предусмотрено даже два варистора, а в реальности не поставлено ни одного.

Для телемастеров это, может быть, не плохо, для производителя тоже (дополнительный заработок). А в «свою» аппаратуру желательно варисторы ставить. Тем более, что некоторые экземпляры способны работать в цепях постоянного тока.

Варистор (англ. *varistor* от vari[able] — переменный и [resi]stor) — резистор, полупроводниковый резистор, электрическая проводимость которого изменяется нелинейно. Варисторы имеют отрицательный температурный коэффициент сопротивления и способны выдерживать значительные электрические перегрузки, просты и дешевы, обладают высокой надежностью, малой инерционностью (предельная рабочая частота до 500 кГц), но имеют значительный низкочастотный шум и меняют свои параметры со временем и при изменении температуры. Варисторы применяют для стабилизации и регулирования низкочастотных токов и напряжений, для защиты перенапряжений в электрических цепях.

Информация для справочной таблицы любезно предоставлена Интернет-ресурсом *www.varistor.ru*. Там же (на сайте) можно получить представление о типах корпусов разных варисторов.

Таблица 2

Аналоги варисторов разных производителей

18 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-180LD05 SAS-180LD07 SAS-180LD10 SAS-180LD14 SAS-180LD20	CNR-05D180K CNR-07D180K CNR-10D180K CNR-14D180K CNR-20D180K	JVR05N180M65 JVR07N180M65 JVR10N180M87 JVR14N180M87 JVR20N180M11	—	—	MDE5D180M MDE7D180M MDE10D180M MDE14D180M MDE20D180M
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV110RA00 D73ZOV110RA01 D6121ZOV110RA02 D6921ZOV110RA04 D6521ZOV110RA04	V18ZA05 V18ZA1 V18ZA2 V18ZA3 V18ZA40	ERZCO5DK180 ERZCO7DK180 ERZCO10DK180 ERZCO14DK180 ERZCO20DK180	S05K11 S07K11 S10K11 S14K11 S20K11	—	SNR7D18L SNR14D18L
22 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-220KD05 SAS-220KD07 SAS-220KD10 SAS-220KD14 SAS-220KD20	CNR-05D220K CNR-07D220K CNR-10D220K CNR-14D220K CNR-20D220K	JVR05N220L65 JVR07N220L65 JVR10N220L87 JVR14N220L87 JVR20N220M11	—	—	MDE5D220M MDE7D220M MDE10D220M MDE14D220M MDE20D220M

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV140RA00	V22ZA05	ERZCO5DK220	S05K14	ENB220D05B	SNR7D22L
D73ZOV140RA01	V22ZA1	ERZCO7DK220	S07K14	ENB220D07B	SNR14D22L
D6121ZOV140RA02	V22ZA2	ERZCO10DK220	S10K14	ENB220D10B	
D6921ZOV140RA04	V22ZA3	ERZCO14DK220	S14K14	ENB220D14B	
D6521ZOV140RA13		ERZCO20DK220	S20K14		

27 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)

SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-270KD05	CNR-05D270K	JVR05N270K65	—	—	MDE5D270K
SAS-270KD07	CNR-07D270K	JVR07N270K65			MDE7D270K
SAS-270KD14	CNR-14D270K	JVR14N270K87			MDE14D270K
SAS-270KD10	CNR-10D270K	JVR10N270K87			MDE10D270K
SAS-270KD20	CNR-20D270K	JVR20N270M11			MDE20D270K

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV170RA00	V27ZA05	ERZCO5DK270	S05K17	ENB270D05B	SNR7D27L
D73ZOV170RA01	V27ZA1	ERZCO7DK270	S07K17	ENB270D07B	SNR14D27L
D6921ZOV170RA05	V27ZA4	ERZCO14DK270	S14K17	ENB270D14B	
D6121ZOV170RA03	V27ZA2	ERZCO10DK270	S10K17	ENB270D10B	
D6521ZOV170RA15	V27ZA60	ERZCO20DK270	S20K17		

33 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)

SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-330KD20	CNR-20D330K	JVR20N330M11	—	—	MDE20D330K
SAS-330KD10	CNR-10D330K	JVR10N330K87			MDE10D330K
SAS-330KD14	CNR-14D330K	JVR14N330K87			MDE14D330K
SAS-330KD05	CNR-05D330K	JVR05N330K65			MDE5D330K
SAS-330KD07	CNR-07D330K	JVR07N330K65			MDE7D330K

Продолжение табл. 2

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D6521ZOV200RA20 D6121ZOV200RA03 D6921ZOV200RA06 D58ZOV200RA00 D73ZOV200RA01	V33ZA70 V33ZA2 V33ZA5 V33ZA05 V33ZA1	ERZCO20DK330 ERZCO10DK330 ERZCO14DK330 ERZCO5DK330 ERZCO7DK330	S20K20 S10K20 S14K20 S05K20 S07K20	ENB330D10B ENB330D14B ENB330D05B ENB330D07B	SNR14D33L SNR7D33L
39 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-390KD05 SAS-390KD07 SAS-390KD14 SAS-390KD10 SAS-390KD20	CNR-05D390K CNR-07D390K CNR-14D390K CNR-10D390K CNR-20D390K	JVR05N390K65 JVR07N390K65 JVR14N390K87 JVR10N390K87 JVR20N390L11	—	07M00250K 09M00250K 17M00250K 13M00250K	MDE5D390K MDE7D390K MDE14D390K MDE10D390K MDE20D390K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV250RA01 D73ZOV250RA02 D6921ZOV250RA07 D6121ZOV250RA04 D6521ZOV250RA24	V39ZA05 V39ZA1 V39ZA6 V39ZA3	ERZCO5DK390 ERZCO7DK390 ERZCO14DK390 ERZCO10DK390 ERZCO20DK390	S05K25 S07K25 S14K25 S10K25 S20K25	ENB390D05B ENB390D07B ENB390D14B ENB390D10B	SNR7D39L SNR14D39L
47 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					

SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-470KD20	CNR-20D470K	JVR20N470L11	594.3006	13M00300K	MDE20D470K
SAS-470KD10	CNR-10D470K	JVR10N470K87	595.3006	17M00300K	MDE10D470
SAS-470KD14	CNR-14D470K	JVR14N470K87	592.3006	07M00300K	MDE14D470K
SAS-470KD05	CNR-05D470K	JVR05N470K65	593.3006	09M00300K	MDE5D470K
SAS-470KD07	CNR-07D470K	JVR07N470K65			MDE7D470K
Maida	**Harris Littelfuse**	**Panasonic**	**Siemens Epcos**	**Fuji**	**Sanken**
D6521ZOV300RA3	V47ZA	ERZCO20DK47	S20K30	ENB470D10B	SNR14D47L
D6121ZOV300RA0	V47ZA2	ERZCO10DK47	S10K3	ENB470D14	SNR7D47L
D6921ZOV300RA0	V47ZA05	ERZCO14DK47	S14K3	ENB470D05B	
D58ZOV300RA01	V47ZA1	ERZCO5DK470	S05K30	ENB470D07B	
D73ZOV300RA02		ERZCO7DK470	S07K30		
56 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	**CNR**	**JVR**	**Philips**	**Tompson AVX**	**MDE**
SAS-560KD05	CNR-05D560K	JVR05N560K65	592.3506	07M00350K	MDE5D560K
SAS-560KD07	CNR-07D560K	JVR07N560K65	593.3506	09M00350K	MDE7D560K
SAS-560KD10	CNR-10D560K	JVR10N560K87	59453506	13M00350K	MDE10D560K
SAS-560KD14	CNR-14D560K	JVR14N560K87	59553506	17M00350K	MDE14D560K
SAS-560KD20	CNR-20D560K	JVR20N560L11			MDE20D560K
Maida	**Harris Littelfuse**	**Panasonic**	**Siemens Epcos**	**Fuji**	**Sanken**
D58ZOV350RA01	V56ZA05	ERZCO5DK560	S05K35	ENB560D05B	SNR7D56L
D73ZOV350RA02	V56ZA1	ERZCO7DK560	S07K35	ENB560D07B	SNR14D56L
D6121ZOV350RA06	V56ZA3	ERZCO10DK560	S10K35	ENB560D10B	
D6921ZOV350RA10	V56ZA8	ERZCO14DK560	S14K35	ENB560D14B	
D6521ZOV350RA35		ERZCO20DK560	S20K35		

Продолжение табл. 2

68 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-680KD20 SAS-680KD14 SAS-680KD10 SAS-680KD05 SAS-680KD07	CNR-20D680K CNR-14D680K CNR-10D680K CNR-05D680K CNR-07D680K	JVR20N680L11 JVR14N680K87 JVR10N680K87 JVR05N680K65 JVR07N680K65	59554006 59454006 592.4006 593.4006	17M00400K 13M00400K 07M00400K 09M00400K	MDE20D680K MDE14D680K MDE10D680K MDE5D680K MDE7D680K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D6521ZOV400RA40 D6921ZOV400RA12 D6121ZOV400RA07 D58ZOV400RA01 D73ZOV400RA03	V68ZA10 V68ZA3 V68ZA05 V68ZA2	ERZCO20DK680 ERZCO14DK680 ERZCO10DK680 ERZCO5DK680 ERZCO7DK680	S20K40 S14K40 S10K40 S05K40 S07K40	ENB680D14B ENB680D10B ENB680D05B ENB680D07B	SNR14D68L SNR7D68L
82 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-820KD05 SAS-820KD07 SAS-820KD10 SAS-820KD14 SAS-820KD20	CNR-05D820K CNR-07D820K CNR-10D820K CNR-14D820K CNR-20D820K	JVR05N820K65 JVR07N820K65 JVR10N820K87 JVR14N820K87 JVR20N820K11 JVR14N820K87	592.5006 593.5006 59455006 5945006	07M00500K 09M00500K 13M00500K 17M00500K	MDE5D820K MDE7D820K MDE10D820K MDE14D820K MDE20D820K MDE14D820K

Maida	Harris Littelfusc	Panasonic	Sicmens Epcos	Fuji	Sanken
—	V82ZA05 V82ZA2 V82ZA4 V82ZA12	ERZCO5DK820 ERZCO7DK820 ERZCO14DK820 ERZCO20DK820 ERZCO14DK820	S05K50 S07K50 S10K50 S14K50 S20K50 S14K50	—	SNR7D68L SNR14D82L

100 – максимальное рабочсс напряжение по переменному току (VAC)

SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-101KD20 SAS-101KD14 SAS-101KD10 SAS-101KD05 SAS-101KD07	CNR-20D101K CNR-14D101K CNR-10D101K CNR-05D101K CNR-07D101K	JVR20N101K11 JVR14N101K87 JVR10N101K87 JVR05N101K65 JVR07N101K65	59556006 59456006 592.6006 593.6006	17M00600K 13M00600K 07M00600K 09M00600K	MDE20D101K MDE14D101K MDE10D101K MDE5D101K MDE7D101K

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V100ZA15 V100ZA4 V100ZA05 V100ZA3	ERZCO20DK101 ERZCO14DK101 ERZCO10DK101 ERZCO5DK101 ERZCO7DK101	S20K60 S14K60 S10K60 S05K60 S07K60	—	SNR14D100K SNR7D100K

Продолжение табл. 2

120 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-121KD14 SAS-121KD05 SAS-121KD07 SAS-121KD10 SAS-121KD20	CNR-14D121K CNR-05D121K CNR-07D121K CNR-10D121K CNR-20D121K	JVR14N121K87 JVR05N121K65 JVR07N121K65 JVR10N121K87 JVR20N121K11	59557506 592.7506 593.7506 59457506	17M00750K 07M00750K 09M00750K 13M00750K 24M00750K	MDE14D121K MDE5D121K MDE7D121K MDE10D121K MDE20D121K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V120ZA6 V120ZA05 V120ZA1 V120ZA4	ERZCO14DK121 ERZCO5DK121 ERZCO7DK121 ERZCO10DK121 ERZCO20DK121	S14K75 S05K75 S07K75 S10K75 S20K75	ENB121D14A ENB121D05B ENB121D07A ENB121D10A	SNR14D75K SNR7A75K
150 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-151KD20 SAS-151KD10 SAS-151KD05 SAS-151KD07 SAS-151KD14	CNR-20D151K CNR-10D151K CNR-05D151K CNR-07D151K CNR-14D151K	JVR20N151K11 JVR10N151K87 JVR05N151K65 JVR07N151K65 JVR14N151K87	59459506 592.9506 593.9506 59559506	24M00950K 13M00950K 07M00950K 09M00950K 17M00950K	MDE20D151K MDE10D151K MDE5D151K MDE7D151K MDE14D151K

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D6521ZOV950RA65 D6121ZOV950RA03 D58ZOV950RA01 D73ZOV950RA02 D6921ZOV950RA06	V150ZA4 V150ZA1 V150ZA8	ERZCO20DK151 ERZCO10DK151 ERZCO5DK151 ERZCO7DK151 ERZCO14DK151	S20K95 S10K95 S05K95 S07K95 S14K95	ENB151D10A ENB151D05B ENB151D07A ENB151D14A	SNR7A95K SNR14D95K
180 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-181KD14 SAS-181KD05 SAS-181KD07 SAS-181KD10 SAS-181KD20	CNR-14D181K CNR-05D181K CNR-07D181K CNR-10D181K CNR-20D181K	JVR14N181K87 JVR05N181K65 JVR07N181K65 JVR10N181K87 JVR20N181K11	—	17M1150K 07M1150K 09M1150K 13M1150K 24M1150K	MDE14D181K MDE5D181K MDE7D181K MDE10D181K MDE20D181K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V180ZA10 V180ZA05 V180ZA1 V180ZA5	—	—	—	SNR14D115K SNR7A115K
200 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-201KD20 SAS-201KD10 SAS-201KD05 SAS-201KD07 SAS-201KD14	CNR-20D201K CNR-10D201K CNR-05D201K CNR-07D201K CNR-14D201K	JVR20N201K11 JVR10N201K87 JVR05N201K65 JVR07N201K65 JVR14N201K87	59451316 592.1316 593.1316 59551316	24M00131K 13M00131K 07M00131K 09M00131K 17M00131K	MDE20D201K MDE10D201K MDE5D201K MDE7D201K MDE14D201K

Продолжение табл. 2

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V130LA20A V130LA5 V130LA2 V130LA10A	ERZCO20DK201 ERZCO10DK201 ERZCO5DK201 ERZCO7DK201 ERZCO14DK201	—	ENB201D20A ENB201D10A ENB201D05B ENB201D07A ENB201D14A	SNR20A130K SNR7A130K SNR14D130K
220 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-221KD14 SAS-221KD05 SAS-221KD07 SAS-221KD10 SAS-221KD20	CNR-14D221K CNR-05D221K CNR-07D221K CNR-10D221K CNR-20D221K	JVR14N221K87 JVR05N221K65 JVR07N221K65 JVR10N221K87 JVR20N221K11	—	17M00141K 07M00141K 09M00141K 13M00141K 24M00141K	MDE14D221K MDE5D221K MDE7D221K MDE10D221K MDE20D221K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D6921ZOV141RA09 D58ZOV141RA02 D73ZOV141RA03 D6121ZOV141RA04 D6521ZOV141RA20	V140LA10A V220ZA05 V140LA2 V140LA5	ERZCO14DK221 ERZCO5DK221 ERZCO7DK221 ERZCO10DK221 ERZCO20DK221	S14K140 S05K140 S07K140 S10K140 S20K140	ENB221D14A ENB221D05B ENB221D07A ENB221D10A ENB221D20A	—
240 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE

SAS-241KD20	CNR-20D241K	JVR20N241K11	59451516	24M00151K	MDE20D241K
SAS-241KD10	CNR-10D241K	JVR10N241K87	592.1516	13M00151K	MDE10D241K
SAS-241KD05	CNR-05D241K	JVR05N241K65	593.1516	07M00151K	MDE5D241K
SAS-241KD07	CNR-07D241K	JVR07N241K65	59551516	09M00151K	MDE7D241K
SAS-241KD14	CNR-14D241K	JVR14N241K87		17M00151K	MDE14D241K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V150LA20A	ERZCO20DK241	S20K150	—	SNR20A150K
	V150LA5	ERZCO10DK241	S10K150		SNR7A150K
	V150LA2	ERZCO5DK241	S05K150		SNR14D150K
	V150LA10A	ERZCO7DK241	S07K150		
		ERZCO14DK241	S14K150		
270 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-271KD14	CNR-14D271K	JVR14N271K87	59551716	17M01750K	MDE14D271K
SAS-271KD05	CNR-05D271K	JVR05N271K65	592.1716	07M01750K	MDE5D271K
SAS-271KD07	CNR-07D271K	JVR07N271K65	593.1716	09M01750K	MDE7D271K
SAS-271KD10	CNR-10D271K	JVR10N271K87	59451716	13M01750K	MDE10D271K
SAS-271KD20	CNR-20D271K	JVR20N271K11		24M01750K	MDE20D271K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V175LA10A	ERZCO14DK271	S14K175	—	SNR14D175K
	V270ZA05	ERZCO5DK271	S05K175		SNR7A175K
	V175LA2	ERZCO7DK271	S07K175		SNR20A175K
		ERZCO10DK271	S10K175		
		ERZCO20DK271	S20K175		

Продолжение табл. 2

300 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-301KD20 SAS-301KD10 SAS-301KD05 SAS-301KD07	CNR-20D301K CNR-10D301K CNR-05D301K CNR-07D301K	JVR20N301K11 JVR10N301K87 JVR05N301K65 JVR07N301K65	—	—	MDE20D301K MDE10D301K MDE5D301K MDE7D301K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	—	—	—	—
330 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-331KD05 SAS-331KD07 SAS-331KD10 SAS-331KD20 SAS-331KD14	CNR-05D331K CNR-07D331K CNR-10D331K CNR-20D331K CNR-14D331K	JVR05N331K65 JVR07N331K65 JVR10N331K87 JVR20N331K11 JVR14N331K87	—	—	MDE5D331K MDE7D331K MDE10D331K MDE20D331K MDE14D331K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V330ZA05	—	—	—	—
360 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE

SAS-361KD14 SAS-361KD20 SAS-361KD05 SAS-361KD07 SAS-361KD10	CNR-14D361K CNR-20D361K CNR-05D361K CNR-07D361K CNR-10D361K	JVR14N361K87 JVR20N361K11 JVR05N361K65 JVR07N361K65 JVR10N361K87	59552316 592.2316 593.2316 59452316	17M00231K 24M00231K 07M00231K 09M00231K 13M00231K	MDE14D361K MDE20D361K MDE5D361K MDE7D361K MDE10D361K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D61ZOV231RA70 D61ZOV231RA115 D58ZOV231RA08 D61ZOV231RA35	V230LA20A V230LA4 V230LA10	ERZCO14DK361 ERZCO20DK361 ERZCO5DK361 ERZCO7DK361 ERZCO10DK361	S14K230 S20K230 S05K230 S07K230 S10K230	—	—
390 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-391KD05 SAS-391KD07 SAS-391KD10 SAS-391KD20 SAS-391KD14	CNR-05D391K CNR-07D391K CNR-10D391K CNR-20D391K CNR-14D391K	JVR05N391K65 JVR07N391K65 JVR10N391K87 JVR20N391K11 JVR14N391K87	592.2516 593.2516 59452516 59552516	07M00251K 09M00251K 13M00251K 24M00251K 17M00251K	MDE5D391K MDE7D391K MDE10D391K MDE20D391K MDE14D391K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV251RA08 D73ZOV231RA20 D61ZOV251RA40 D61ZOV251RA130 D61ZOV251RA72	V390ZA05 V250LA10 V250LA40A V250LA20A	ERZCO5DK391 ERZCO7DK391 ERZCO10DK391 ERZCO20DK391 ERZCO14DK391	S05K250 S07K250 S10K250 S20K250 S14K250	—	SNR7A250K SNR20A250K SNR14D250K

Продолжение табл. 2

430 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-431KD14 SAS-431KD20 SAS-431KD05 SAS-431KD07 SAS-431KD10	CNR-14D431K CNR-20D431K CNR-05D431K CNR-07D431K CNR-10D431K	JVR14N431K87 JVR20N431K11 JVR05N431K65 JVR07N431K65 JVR10N431K87	59552716 592.2716 593.2716 59452716	17M02750K 24M02750K 07M02750K 09M02750K 13M02750K	MDE14D431K MDE20D431K MDE5D431K MDE7D431K MDE10D431K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D58ZOV271RA09	V275LA20A V275LA40A V430ZA05 V275LA10	ERZCO14DK431 ERZCO20DK431 ERZCO5DK431 ERZCO7DK431 ERZCO10DK431	S14K275 S20K275 S05K275 S07K275 S10K275	—	SNR14D275K SNR20A275K SNR7A275K
470 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-471KD05 SAS-471KD07 SAS-471KD10 SAS-471KD20 SAS-471KD14	CNR-05D471K CNR-07D471K CNR-10D471K CNR-20D471K CNR-14D471K	JVR05N471K65 JVR07N471K65 JVR10N471K87 JVR20N471K11 JVR14N471K87	592.3016 593.3016 59453016 59553016	09M00301K 13M00301K 24M00301K 17M00301K	MDE5D471K MDE7D471K MDE10D471K MDE20D471K MDE14D471K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken

D58ZOV301RA10 D61ZOV301RA45 D61ZOV301RA150 D61ZOV301RA80	—	ERZCO5DK471 ERZCO7DK471 ERZCO10DK471 ERZCO20DK471 ERZCO14DK471	S05K300 S07K300 S10K300 S20K300 S14K300	—	SNR7A300K SNR20A300K SNR14D300K
510 — максимальное рабочее напряжсние по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-511KD14 SAS-511KD20 SAS-511KD07 SAS-511KD10	CNR-14D511K CNR-20D511K CNR-07D511K CNR-10D511K	JVR14N511K87 JVR20N511K11 JVR07N511K65 JVR10N511K87	—	—	MDE14D511K MDE20D511K MDE7D511K MDE10D511K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V320LA20A	—	—	—	—
620 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-621KD20 SAS-621KD14 SAS-621KD07 SAS-621KD10	CNR-20D621K CNR-14D621K CNR-07D621K CNR-10D621K	JVR20N621K11 JVR14N621K87 JVR07N621K65 JVR10N621K87	—	24M03850K 17M03850K 09M03850K 13M03850K	MDE20D621K MDE14D621K MDE7D621K MDE10D621K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	ERZCO20DK621 ERZCO14DK621 ERZCO10DK621	S20K385 S14K385	—	—

Продолжение табл. 2

680 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-681KD07 SAS-681KD10 SAS-681KD14 SAS-681KD20	CNR-07D681K CNR-10D681K CNR-14D681K CNR-20D681K	JVR07N681K65 JVR10N681K87 JVR14N681K87 JVR20N681K11	593.4216 59454216 59554216	09M00421K 13M00421K 17M00421K 24M00421K	MDE7D681K MDE10D681K MDE14D681K MDE20D681K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V420LA10 V420LA20A V420LA20B	ERZCO10DK681 ERZCO14DK681 ERZCO20DK681	S10K420 S14K420 S20K420	—	SNR14D420K SNR20A420K
750 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-751KD14 SAS-751KD20 SAS-751KD10	CNR-14D751K CNR-20D751K CNR-10D751K	JVR14N751K87 JVR20N751K11 JVR10N751K87	59554616 59454616	17M00461K 24M00461K 13M00461K	MDE14D751K MDE20D751K MDE10D751K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D61ZOV481RA95 D61ZOV481RA180 D61ZOV481RA50	V480LA40A V480LA40B	ERZCO14DK751 ERZCO20DK751	S14K460 S20K460	—	—
780 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE

SAS-781KD10 SAS-781KD14 SAS-781KD20	CNR-10D781K CNR-14D781K CNR-20D781K	JVR10N781K87 JVR14N781K87 JVR20N781K11	—	—	MDE10D781K MDE14D781K MDE20D781K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemcns Epcos	Fuji	Sanken
—	—	ERZCO10DK751 ERZCO10DK781 ERZCO14DK781 ERZCO20DK781	S10K460	—	—
820 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-821KD14 SAS-821KD10	CNR-14D821K CNR-10D821K	JVR14N821K87 JVR10N821K87	59555116 59455116	17M00511K 13M00511K	MDE14D821K MDE10D821K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V510LA40A	ERZCO14DK821 ERZCO10DK821	S14K510 S10K510	—	SNR14D510K
910 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
—	—	JVR10N911K87 JVR14N911K87	—	—	MDE10D921K MDE14D921K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
D61ZOV581RA65 D61ZOV581RA120	V575LA40A	ERZCO10DK911 ERZCO14DK911	S10K550 S14K550	—	SNR14D575K

Окончание табл. 2

950 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
—	—	—	—	—	MDE10D951K MDE14D951K MDE20D951K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	—	—	—	—
1000 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-102KD10 SAS-102KD20 SAS-102KD14	CNR-10D102K CNR-20D102K CNR-14D102K	JVR10N102K87 JVR20N102K11 JVR14N102K87	59456216 59556216	—	MDE10D102K MDE20D102K MDE14D102K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	ERZCO10DK102 ERZCO20DK102 ERZCO14DK102	S10K625 S20K625 S14K625	—	—
1100 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-112KD14 SAS-112KD20 SAS-112KD10	CNR-14D112K CNR-20D112K CNR-10D112K	JVR14N112K87 JVR20N112K11 JVR10N112K87	59556816 59456816	—	MDE14D112K MDE20D112K MDE10D112K

Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	ERZCO14DK112 ERZCO20DK112 ERZCO10DK112	S14K680 S20K680 S10K680	—	—
1200 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
—	—	—	—	—	MDE14D122K MDE10D122K MDE20D122K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	—	—	—	—	—
1800 — максимальное рабочее напряжение по переменному току (VAC)					
SAS	CNR	JVR	Philips	Tompson AVX	MDE
SAS-182KD20 SAS-182KD14	CNR-20D182K CNR-14D182K	JVR10N182K87 JVR20N182K11 JVR14N182K87	—	—	MDE10D182K MDE20D182K MDE14D182K
Maida	Harris Littelfuse	Panasonic	Siemens Epcos	Fuji	Sanken
—	V1000LA80A	ERZCO20DK182 ERZCO14DK182	S20K1000 S14K1000	—	—

3. Провода для обмоток катушек и трансформаторов

Наибольшее распространение получили обмоточные провода в эмалевой изоляции на основе высокопрочных синтетических лаков с температурным индексом (ТИ) в диапазоне 105–200. Под ТИ понимается температура провода, при которой его полезный ресурс не менее 20 000 час.

Медные эмалированные провода с изоляцией на основе масляных лаков (ПЭЛ) выпускаются с диаметром жилы 0,002–2,5 мм. Такие провода обладают высокими электроизоляционными характеристиками, которые практически не зависят от внешнего влияния повышенных температур и влажности.

Проводам типа ПЭЛ свойственна бóльшая зависимость от внешнего воздействия растворителей, относительно проводов с изоляцией на основе синтетических лаков. Обмоточный провод ПЭЛ можно отличить от других даже по внешнему признаку — эмалевое покрытие по цвету приближается к черному.

С помощью обмоточных проводов ПЭЛ можно (в случае эксперимента) даже обеспечить горение гирлянды из 10 миниатюрных ламп (рассчитанных на напряжёние 24 В), включенных последовательно в сеть 220 В. Если такую гирлянду повесить на стену в обычную комнату, то на расстоянии 2...3 метров проводник в качестве провода ПЭЛ будет совсем не заметен человеческому глазу. Ток в цепи (согласно электрическим характеристикам данных ламп накаливания) не превышает 0,1 А, поэтому обмоточный провод ПЭЛ стойкий к внешним воздействиям, и обладающий наибольшей (среди всех однотипных обмоточных проводов) сопротивлением на разрыв, выдерживает данную нагрузку в течение нескольких лет. Такие эксперименты автор ставил в пионерском детстве.

Медные провода типов ПЭВ-1 и ПЭВ-2 (выпускаются с диаметром жилы 0,02–2,5 мм) имеют поливинилацетатную изоляцию и отличаются золотистым цветом. Медные провода типовПЭМ-1 и ПЭМ-2 (с тем же диаметром, как и ПЭВ) и прямоугольные медные проводники ПЭМП (сечением 1,4–20 мм^2) имеют лакированную изоляцию на поливинилформалевом лаке. Индекс «2» в соответствующем обозначении проводов ПЭВ и ПЭМ характеризует двухслойную изоляцию (повышенной толщины).

ПЭВТ-1 и ПЭВТ-2 — эмалированные провода с температурным индексом 120 (диаметром 0,05–1,6 мм) имеют изоляцию на основе полиуретанового лака. Такие провода удобно монтировать. При пайке не требуется зачищать лакированную изоляцию и применять флюсы. Достаточно обычного припоя марки ПОС-61 (или аналогичного) и канифоли.

Эмалированные провода с изоляцией на полиэфирамидной основе ПЭТ-155 имеют ТИ-155. Они выпускаются с жилами не только круглого сечения (диаметра), но и прямоугольного (ПЭТП) типа с диаметром проводника 1,6–11,2 мм^2. По своим параметрам провода ПЭТ близки к вышерассмотренным проводам типа ПЭВТ, но относительно последних имеют более высокую стойкость к тепловому удару. Поэтому обмоточные провода типов ПЭВТ и ПЭТ, ПЭТП особенно часто можно встретить в мощных трансформаторах, не исключая трансформаторы для сварочных работ.

Отечественные высокочастотные обмоточные провода. На высоких частотах применяются многожильные эмалированный обмоточные провода (литцендраты) типа ЛЭШО в шелковой однослойной изоляции или ЛЭШД — в двойной шелковой изоляции. Такие провода состоят из пучка медных эмалированных проволочек диаметром 0,05–0,1 мм и используются для катушек индуктивности (и дросселей). В высокочастотных прово-

дах типов ЛЭШО, ЛЭШД, ПЭЛО, ЛЭЛД, ДЭП, ЛЭПКО жилы скручены из отдельных эмалированных проволок для уменьшения потерь от поверхностного эффекта (эффекта близости).

В таблице 3 приведены диаметры широко применяемых высокочастотных обмоточных проводов отечественного производства. Для нечетных номеров диаметр провода примерно равен полусумме диаметров двух соседних (четных) номеров.

Таблица 3

Сведения о высокочастотных обмоточных проводах

Диаметр провода, мм	Число проводников в скрутке	*S*, мм^2	*R*, Ом/км	Максимальный наружный диаметр провода, мм				
				ЛЭЛ	ЛЭШО, ЛЭЛО	ЛЭШД, ЛЭЛД	ЛЭП	ЛЭПКО
0,06	3	0,0085	2,3	—	—	—	0,2	—
0,07	3	0,0115	1,66	—	—	—	0,22	—
0,06	5	0,0142	1,38	—	—	—	0,25	—
0,05	10	0,0196	1,012	0,25	0,32	0,38	—	—
0,07	8	0,0308	0,624	0,29	0,36	0,42	0,35	0,4
0,05	16	0,0314	0,634	0,31	0,38	0,44	—	—
0,07	10	0,0385	0,499	0,33	0,4	0,46	0,39	0,44
0,05	20	0,0392	0,507	0,34	0,41	0,47	—	—
0,07	12	0,0462	0,416	—	0,42	0,48	0,42	0,47
0,07	16	0,0616	0,312	—	0,47	0,54	0,47	0,52
0,1	9	0,00707	0,276	0,44	0,51	0,58	0,48	0,53
0,07	20	0,0942	0,249	—	0,52	0,59	0,53	0,57
0,1	12	0,0980	0,207	0,5	0,57	0,64	0,54	0,59
0,05	50	0,104	0,209	—	—	0,71	—	—
0,07	27	0,11	0,19	—	0,58	0,65	—	—
0,1	14	0,123	0,177	0,54	0,61	0,68	0,58	0,63
0,07	32	0,126	0,161	—	0,63	0,7	—	—
0,1	16	0,149	0,155	0,57	0,64	0,71	0,61	0,66

Окончание табл. 3

Диаметр провода, мм	Число проводников в скрутке	S, мм^2	R, Ом/км	Максимальный наружный диаметр провода, мм				
				ЛЭЛ	ЛЭШО, ЛЭЛО	ЛЭШД, ЛЭЛД	ЛЭП	ЛЭПКО
0,1	19	0,165	0,131	0,6	0,67	0,74	—	—
0,1	21	0,188	0,118	0,64	0,71	0,78	0,69	0,73
0,1	24	0,193	0,103	0,68	0,75	0,82	0,74	0,78
0,07	50	0,22	0,103	—	0,82	0,89	—	—
0,1	28	0,22	0,0913	0,74	0,81	0,88	0,8	0,84
0,2	7	0,231	0,0342	0,78	0,75	0,82	0,72	0,76
0,07	60	0,251	0,0856	—	0,91	0,98	—	—
0,1	32	0,275	0,0794	0,79	0,86	0,93	0,86	0,9
0,1	35	0,283	0,073	0,83	0,9	0,97	0,9	0,93
0,2	9	0,303	0,0655	0,82	0,89	0,96	—	—
0,07	80	0,377	0,0642	—	1	1,07	—	—
0,2	12	0,385	0,0491	0,94	1,01	1,08	—	—
0,1	49	0,425	0,0521	1,04	1,11	1,18	1,13	1,16
0,19	15	0,462	0,042	—	—	—	1,05	—
0,07	120	0,55	0,0428	—	1,19	1,26	—	—
0,1	70	0,616	0,0365	1,23	1,3	1,37	1,33	1,36
0,07	160	0,659	0,0321		1,48	1,55	—	—
0,1	84	0,824	0,0304	1,35	1,42	1,49	1,45	1,48
0,1	105	0,934	0,0243	1,5	1,57	1,64	1,63	1,65
0,1	119	0,963	0,0215	1,57	1,64	1,71	1,7	1,72
0,07	250	1,154	0,0206	—	1,82	1,89	2,06	2,03
0,1	147	1,354	0,0174	1,75	1,82	1,89	2,06	—
0,1	175	1,54	0,0146	2,08	2,15	2,22	2,25	2,27
0,2	49	2,42	0,0124	1,99	2,1	3,18	—	—
0,07	630	4,23	0,00815	—	2,98	4	—	—
0,07	1100		0,00467	—	3,8	4,22	—	—

Маркировка популярных зарубежных обмоточных проводов. В США и Великобритании обозначение диаметров обмоточных проводов записывается словами wire size (размер провода).

Например, в США применяют систему American Wire Gauge (AWG) или иногда встречается B&S, а в Соединенном Королевстве — Standar Wire Gauge (SWG). В таблицах 4 и 5 приведены диаметры широко применяемых типов обмоточных проводов по стандартам AWG и SWG.

Допустимая нагрузка на проводники. Максимально допустимый ток, который можно пропускать через провода, не тревожась за возгорание или нарушение контакта, определяется в соответствии с приведенной ниже табл. 6. Максимальный нагрев резиновой или пластмассовой (а также их сочетаний или производных) изоляции проводов не должен превышать значение температуры +50 °С. От этого температурного параметра зависит продолжительность безопасного воздействия на проводник максимально допустимого тока (I_{max}, А, в табл. 6).

Для безопасности используемой проводки (она, как правило, используется длительное время, годами) имеет значение и метод расположения проводов. В таблице 6 представлены значения максимально допустимого тока для проводов, расположенных воздушным путем.

В таблице 7 сведены проверенные практикой данные о сечении, диаметре жилы проводника его материала и сопротивлении.

Таблица 4

Соответствие и перевод на миллиметры проводов AWG (американский стандарт)

№ AWG	Минимум		Номинальный диаметр без изоляции		Максимум		Минимальное увеличение диаметра		Максимально полный диаметр	
	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
14	0,0635	1,613	0,0641	1,628	0,0644	1,636	0,0016	0,041	0,0666	1,692
15	0,0565	1.435	0,0571	1,450	0,0574	1,458	0,0015	0.038	0,0594	1,509
16	0,0503	1,278	0,0508	1,290	0,0511	1,298	0,0014	0,036	0,0531	1,349
17	0,0448	1,138	0,0453	1,151	0,0455	1,156	0,0014	0,036	0,0475	1,207
18	0,0399	1,013	0,0403	1,024	0,0405	1,029	0,0013	0,033	0,0424	1,077
19	0,0355	0,902	0,0359	0,912	0,0361	0,917	0,0012	0,030	0,0379	0,963
20	0,0317	0,805	0,0320	0,813	0,0322	0,818	0,0012	0,030	0,0339	0,861
21	0,0282	0,716	0,0285	0,724	0,0286	0,726	0,0011	0,028	0,0303	0,770
22	0,0250	0,635	0,0253	0,643	0,0254	0,645	0,0011	0,028	0,0270	0,686
23	0,0224	0,569	0,0226	0,574	0,0227	0,577	0,0010	0,025	0,0243	0,617
24	0,0199	0,505	0,0201	0,511	0,0202	0,513	0,0010	0,025	0,0217	0,551
25	0,0177	0,450	0,0179	0,455	0,0180	0,457	0,0009	0,023	0,0194	0,493
26	0,0157	0,399	0,0159	0,404	0,0160	0,406	0,0009	0,023	0,0173	0,439
27	0,0141	0,358	0,0142	0,361	0,0143	0,363	0,0008	0,020	0,0156	0,396
28	0,0125	0,318	0,0126	0,320	0,0127	0,323	0,0008	0,020	0,0140	0,356

Окончание табл. 4

№ AWG	Минимум		Номинальный диаметр без изоляции		Максимум		Минимальное увеличение диаметра		Максимально полный диаметр	
	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы	мм
29	0,0112	0,284	0,0113	0,287	0,0114	0,290	0,0007	0,018	0,0126	0,320
30	0,0099	0,251	0,0100	0,254	0,0101	0,256	0,0007	0,018	0,0112	0,284
31	0,0088	0,224	0,0089	0,226	0,0090	0,229	0,0006	0,015	0,0100	0,254
32	0,0079	0,201	0,0080	0,203	0,0081	0,206	0,0006	0,015	0,0091	0,231
33	0,0070	0,178	0,0071	0,180	0,0072	0,183	0,0005	0,013	0,0081	0,206
34	0,0062	0,157	0,0063	0,160	0,0064	0,163	0,0005	0,013	0,0072	0,183
35	0,0055	0,140	0,0056	0,142	0,0057	0,145	0,0004	0,010	0,0064	0,163
36	0,0049	0,124	0,0050	0,127	0,0051	0,130	0,0004	0,010	0,0058	0,147
37	0,0044	0,112	0,0045	0,114	0,0046	0,117	0,0003	0,008	0,0052	0,132
38	0,0039	0,099	0,0040	0,102	0,0041	0,104	0,0003	0,008	0,0047	0,119
39	0,0034	0,086	0,0035	0,089	0,0036	0,091	0,0002	0,005	0,0041	0,104
40	0,0030	0,076	0,0031	0,079	0,0032	0,081	0,0002	0,005	0,0037	0,094
41	0,0027	0,069	0,0028	0,071	0,0029	0,074	0,0002	0,005	0,0033	0,084
42	0,0024	0,061	0,0025	0,064	0,0026	0,066	0,0002	0,005	0,0030	0,076
43	0,0021	0,053	0,0022	0,056	0,0023	0,058	0,0002	0,005	0,0026	0,066
44	0,0019	0,048	0,0020	0,051	0,0021	0,053	0,0001	0,0025	0,0024	0,061

Таблица 5

Соответствие проводов SWG (Великобритания) и AWG

Номер провода	SWG диаметр провода		AWG диаметр провода	
	дюймы	мм	дюймы	мм
12	—		0,081	2,1
14	0,08	2,1	0,064	1,6
16	0,064	1,6	0.051	1,3
18	0,048	1,2	0,04	1
20	0,036	0,92	0,032	0,8
22	0,028	0,71	0,025	0,6
24	0,022	0,56	0,02	0,51
26	0,018	0,46	0,016	0,4
28	0,0148	0,38	0,0126	0,32
30	0,0124	0,31	0,01	0,25
32	0,0108	0,27	0,008	0,2
34	0,0092	0,23	0,0063	0,16
36	0,0076	0,19	0,005	0,13
38	0,006	0,15	0,004	0,1
40	0,0048	0,12	0,0031	0,08
42	0,004	0,1	—	
44	0,0032	0,08	—	

Таблица 6

Максимально допустимый ток нагрузки в проводах

Диаметр провода, мм	Сечение, мм²	I_{max}, А		Диаметр провода, мм	Сечение, мм²	I_{max}, А	
		медь	алюминий			медь	алюминий
0,8	0,5	11	—	1,6	2	26	21
0,98	0,75	15	—	1,79	2,5	30	24
1,13	1	17	—	1,96	3	34	27
1,24	1,2	20	18	2,26	4	41	32
1,38	1,5	23	—	2,53	5	46	36

Окончание табл. 6

Диаметр провода, мм	Сечение, мм²	I_{max}, А		Диаметр провода, мм	Сечение, мм²	I_{max}, А	
		медь	алюминий			медь	алюминий
2,77	6	50	39	5,65	25	140	105
3,2	8	62	46	6,68	35	170	130
3,57	10	80	60	8	50	215	165
4,52	16	100	75				

Таблица 7

Проволочные сопротивления

d, мм	*R*, Ом (длина 3 см)		
	Нихром	Константан	Манганин
0,15	3,00	1,35	1,27
0,20	1,80	0,76	0,71
0,25	1,10	0,49	0,46
0,30	0,76	0,34	0,32
0,35	0,56	0,25	0,23

4. Ссылки в Интернете на сайты производителей мигающих светоизлучающих диодов

Фирмы-изготовители светодиодов находятся в США, Германии, Тайване и в других уголках мира.

По систематизированным в табл. 8 данным можно без особого труда получить все интересующие сведения о мигающих светодиодах, включая их электрические характеристики и цоколевку корпуса.

Таблица 8

Интернет-ссылки производителей мигающих светоизлучающих диодов

Название фирмы	Головной офис	Адрес сайта фирмы	Datasheet
Bright LED Electronics Corp.	Тайвань	http://www.brightled.com.tw	l-blinking.pdf (74 kb)
Carrollton Semiconductor	США, Техас	http://www.csitexas.com	FlashingLED.pdf (356 kb)
Chicago Miniature Lamp, Inc.	США, Нью-Джерси	http://www.sli-lighting.com	1-98.pdf (48 kb)
Kingbright Electronic Co., Ltd	Тайвань	http://www.kingbright.com	www.kingbright-led.com/search.asp
LEDopto	США, Калифорния	http://www.ledopto.com	L297XDF.pdf (108 kb), L517XDF.pdf (186 kb)
Ligitek Electronics Co., Ltd	Тайвань	http://www.ligitek.com	www.ligitek.com/list.htm
MCD Electronics Inc.	США, Нью-Мехико	http://www.mcdelectronics.com	MCDL-517VXDF Flasher.pdf (69 kb)

Окончание табл. 8

Название фирмы	Головной офис	Адрес сайта фирмы	Datasheet
Micro Electronics Corporation	Сянган (Гонконг)	http://www.microelect.com	www.microelect.com/datasht.htm
Sloan Company, Inc.	США, Калифорния	http://www.sloancorp.com	www.alliedelec.com, 567.pdf (48 kb)
SUNLED Corporation	Сянган (ранее Гонконг)	http://www.sunled.com	www.sunled.com/products/flashing.htm
Vishay Telefunken	Германия	http://www.vishay.com	tlbr5410.pdf (160 kb)

5. В помощь электрику. Замена электрических агрегатов на аналоги

Реле времени

Таблица 9

Аналоги реле времени

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле времени ВЛ-10	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-15	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-16	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-17	ВЛ-6-II, ВЛ-6-III
Реле времени ВЛ-18	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-19	ВЛ-6-II, ВЛ-6-III
Реле времени ВЛ-23	ВЛ-56-С
Реле времени ВЛ-27	ВЛ-56-С
Реле времени ВЛ-34	ВЛ-56-С
Реле времени ВЛ-38	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-40	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С
Реле времени ВЛ-41	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С
Реле времени ВЛ-42	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С
Реле времени ВЛ-43	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени ВЛ-45	ВЛ-6-III, ВЛ-76-С
Реле времени ВЛ-47	ВЛ-6-III, ВЛ-76-С
Реле времени ВЛ-48	ВЛ-6-II
Реле времени ВЛ-50, ВЛ-51, ВЛ-52	ВЛ-6-II (не для подвижного ж/д транспорта)
Реле времени ВЛ-54	ВЛ-4U
Реле времени ВЛ-55	ВЛ-5U
Реле времени ВЛ-63 (открытый коллектор)	ВЛ-4U (при возможности использования релейного выхода)
Реле времени ВЛ-64	ВЛ-6, ВЛ-6U, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-65	ВЛ-65-С

Продолжение табл. 9

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле времени ВЛ-66	ВЛ-6-II, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-67	ВЛ-6-II, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-68	ВЛ-6-III
Реле времени ВЛ-69	ВЛ-6-II, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-66-С, ВЛ-67-С, ВЛ-69-С	ВЛ-6-II, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-68-С	ВЛ-6-III
Реле времени ВЛ-70	ВЛ-6-II, ВЛ-6М (не для жестких условий эксплуатации)
Реле времени ВЛ-71	ВЛ-5 U (не для жестких условий эксплуатации)
Реле времени ВЛ-73	ВЛ-73-С
Реле времени ВЛ-74	ВЛ-74-С, ВЛ-4U
Реле времени ВЛ-75	ВЛ-75-С, ВЛ-4U
Реле времени ВЛ-76	ВЛ-76-С, ВЛ-4U, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-77	ВЛ-77-С, ВЛ-4U, ВЛ-6М
Реле времени ВЛ-78	ВЛ-78-С
Реле времени ВЛ-79	ВЛ-5U
Реле времени ВЛ-81	ВЛ-56-С
Реле времени РСВ-15-1	ВЛ-6, ВЛ-6U
Реле времени РСВ-15-2	ВЛ-73-С
Реле времени РСВ-15-3	ВЛ-65-С, ВЛ-78-С
Реле времени РСВ-15-4	ВЛ-6, ВЛ-6U, ВЛ-77-С, ВЛ-6М, ВЛ-4U
Реле времени РСВ-15-5	ВЛ-75-С, ВЛ-4U
Реле времени РСВ-16-1	ВЛ-6-III, ВЛ-76-С
Реле времени РСВ-16-2	ВЛ-73-С
Реле времени РСВ-16-3	ВЛ-9U
Реле времени РСВ-16-4	ВЛ-6-III, ВЛ-77-С
Реле времени РСВ-17-3	ВЛ-56-С
Реле времени РСВ-19-11	ВЛ-6-II, ВЛ-6-III, ВЛ-6М, ВЛ-4U

Продолжение табл. 9

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле времени РСВ-19-12	ВЛ-73-С
Реле времени РСВ-19-31	ВЛ-75-С
Реле времени РВО-П2-У	ВЛ-6-II, ВЛ-6 U, ВЛ-6М, ВЛ-4U
Реле времени ВС 10-31	ВС-43-31
Реле времени ВС 10-32	ВС-43-32
Реле времени ВС 10-33	ВС-43-32
Реле времени ВС 10-34	ВС-43-33
Реле времени ВС 10-35	ВС-43-33
Реле времени ВС 10-36	ВС-43-34
Реле времени ВС 10-37	ВС-43-34
Реле времени ВС 10-38	ВС-43-35
Реле времени ВС 10-61	ВС-43-61
Реле времени ВС 10-62	ВС-43-62
Реле времени ВС 10-63	ВС-43-62
Реле времени ВС 10-64	ВС-43-63
Реле времени ВС 10-65	ВС-43-63
Реле времени ВС 10-66	ВС-43-64
Реле времени ВС 10-67	ВС-43-64
Реле времени ВС 10-68	ВС-43-65
Реле времени РКВ 11-33-111	РВП 72-3121
Реле времени РКВ 11-33-112	РВП 72-3121
Реле времени РКВ 11-43-111	РВП 72-3121
Реле времени РКВ 11-43-112	РВП 72-3121
Реле времени РКВ 11-33-121	РВП 72-3221
Реле времени РКВ 11-33-122	РВП 72-3221
Реле времени РКВ 11-43-121	РВП 72-3221
Реле времени РКВ 11-43-122	РВП 72-3221
Реле времени РКВ 11-33-211	РВП 72-3122
Реле времени РКВ 11-33-212	РВП 72-3122
Реле времени РКВ 11-43-211	РВП 72-3122

Окончание табл. 9

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле времени РКВ 11-43-212	РВП 72-3122
Реле времени РКВ 11-33-221	РВП 72-3222
Реле времени РКВ 11-33-222	РВП 72-3222
Реле времени РКВ 11-43-221	РВП 72-3222
Реле времени РКВ 11-43-222	РВП 72-3222
Реле времени РКВ 11-33-331	РВП 72-3323
Реле времени РКВ 11-33-332	РВП 72-3323
Реле времени РКВ 11-43-331	РВП 72-3323
Реле времени РКВ 11-43-332	РВП 72-3323
Реле времени РВМ-12, РВМ-13	РСВ-13-18
Реле времени РВТ-1200	ВС-43-3_, ВС43-6_
Реле времени ЭВ-122	РВ-128
Реле времени ЭВ-123	РВ-127
Реле времени ЭВ-235	РВ-235
Реле времени ЭВ-237	РВ-237
Реле времени РЭ-511	РЭВ-811
Реле времени РЭ-513	РЭВ-812
Реле времени РЭ-515	РЭВ-814
Реле времени РЭ-583	РЭВ-881
Реле времени РЭ-585	РЭВ-882
Реле времени РЭВ-881, РЭВ-882	РЭ-16-12-3
Реле времени РЭВ-883, РЭВ-884	РЭ-16-30-3

Реле контроля фаз

Таблица 10

Аналоги реле контроля фаз

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле обрыва фаз РОФ	ЕЛ-11
Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ-8	ЕЛ-12
Реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ-10	ЕЛ-11

Фотореле

Таблица 11

Аналоги фотореле

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Фотореле ФР-1	ФР-7, ФР-7М, ФР-7К
Фотореле ФР-2	ФР-7, ФР-7М, ФР-7К
Фотореле ФР-75	ФР-7, ФР-7М, ФР-7К
Фотореле ФР-94	ФР-7, ФР-7М, ФР-7К
Фотореле DS-GS/1S	ФР-7К
Фотореле Z-LMK	ФР-16Т

Реле указательные

Таблица 12

Аналоги указательных реле

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-0020	РЭУ-11-02
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-1010	РЭУ-11-11
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-0120	РЭУ-11-12
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-2000	РЭУ-11-20
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-1110	РЭУ-11-21
Реле промежуточно-указательное РЭПУ-12-2100	РЭУ-11-30

Промежуточные реле

Таблица 13

Аналоги промежуточных реле

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле промежуточное ПЭ-6	ПЭ-37
Реле промежуточное ПЭ-36	ПЭ-37
Реле промежуточное ПЭ-20	РПУ-2М 211
Реле промежуточное ПЭ-21	РПУ-2М 211
Реле промежуточное ПЭ-23	В зависимости от параметров

Окончание табл. 13

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле промежуточное ПЭ-27	РЭП-11
Реле промежуточное РПУ-0	НН53Р, НН63Р
Реле промежуточное РПУ-1	РПУ-2М 211
Реле промежуточное РПУ-2 М3	РПУ-2М 211
Реле промежуточное МКУ-48	РПУ-2М 211
Реле промежуточное РП-20М215	РПУ-2М 202
Реле промежуточное РП-20М217	РПУ-2М 211
Реле промежуточное РП-221	РП-17-1
Реле промежуточное РП-222	РП-17-5
Реле промежуточное РП-223	РП-17-2
Реле промежуточное РП-224	РП-17-3
Реле промежуточное РП-225	РП-17-4
Реле промежуточное РП-232	РП-16-4
Реле промежуточное РП-233	РП-16-2
Реле промежуточное РП-341	РП-361
Реле промежуточное РП 351	РП 12
Реле промежуточное РП 352	РП 11
Реле промежуточное РПТ-100	ПЭ-37
Реле промежуточное РЭП-15	РЭП-34
Реле слаботочное РА	РПУ-2М 211
Реле слаботочное РА-4П	РПУ-2М 211
Реле слаботочное РАД-4П	РПУ-2М 211
Реле слаботочное РСМ	РЭС6
Реле промежуточное РП-21 003	НН53Р (до 3А), НН63Р
Реле промежуточное РП-21 004	НН54Р (до 3А), НН64Р
Реле промежуточное РЭП-26 003	НН63Р
Реле промежуточное РЭП-26 004	НН64Р

Реле тока

Таблица 14

Аналоги реле тока

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле тока РТ-40/6	РТ-01
Реле тока РЭВ-201, РЭВ-203	РЭ-12-2
Реле тока РЭВ-202, РЭВ-204	РЭ-12-4
Реле тока РЭВ-312	РЭ-13-5
Реле тока РЭВ-571	РЭ-12-1
Реле тока РЭВ-572	РЭ-12-3
Реле тока РЭ-571-Т	РЭ-13-2
Реле токовое дифференциальное РНТ-562	РНТ-565
Реле токовое дифференциальное РНТ-563	РНТ-566
Реле токовое дифференциальное РНТ-563/2	РНТ-566/2
Реле токовое дифференциальное РНТ-564	РНТ-567
Реле максимального тока ЭТ-521	РТ-40
Реле максимального тока ЭТ-522	РТ-40
Реле максимального тока ЭТ-523	РТ-40
Реле максимального тока ЭТ-521/Ф	РТ-40/Ф
Реле максимального тока ЭТ-521/1Д	РТ-40/1Д
Реле максимального тока ЭТ-521/Р	РТ-40/Р
Реле максимального тока РЭ-571	РЭВ-571
Реле максимального тока РЭ-572	РЭВ-572
Реле минимального тока РЭ-530	РЭВ-830
Реле токовое дифференциальное с торможением ДЗТ-1	ДЗТ-11
Реле токовое дифференциальное с торможением ДЗТ-3	ДЗТ-13
Реле токовое дифференциальное с торможением ДЗТ-3/2	ДЗТ-13/2
Реле токовое дифференциальное с торможением ДЗТ-4	ДЗТ-14

Реле напряжения

Таблица 15

Аналоги реле напряжения

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле напряжения РН-53, РН-153	РН-01
Реле напряжения РН-54, РН-154	РН-01
Реле напряжения РЭВ-311	РЭ-15
Реле напряжения РЭ 510	РЭВ-820
Реле напряжения ЭН 524	РН-53
Реле напряжения ЭН 526	РН-53
Реле напряжения ЭН 526/60-ДМ	РН-53/60Д
Реле напряжения ЭН 528	РН-54
Реле напряжения ЭН 529	РН-54
Реле напряжения РН-73	РСН-12
Реле напряжения РН-74	РСН-18
Реле контроля синхронизма ЭНЭ535	РН-55
Фильтр-реле напряжения обрат. послед. РНФ-1	РНФ-1М

Реле температурные

Таблица 16

Аналоги температурных реле

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле температурное ТР 200	ТРМ-11-11

Выключатели конечные

Таблица 17

Аналоги конечных (концевых) выключателей

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Путевой выключатель ВК 200	ВП-16Г 23Б 231-55У2.3
Путевой выключатель ВПУ-011	ВП-16Г 23Б 231-55У2.3
Путевой выключатель ВП-15К 21В 231-54У2.3	ВПМ-15К 21Б 231-54У2.3
КУ-701	КУ-801

Датчики бесконтактные

Таблица 18

Аналоги бесконтактных датчиков

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Бесконтактный датчик БВК-24	БВК-260
Бесконтактный датчик БВК-201	БВК-261
Бесконтактный датчик БВК-202	БВК-262
Бесконтактный датчик БВК-203	БВК-263
Бесконтактный датчик БВК-204	БВК-264
Бесконтактный датчик БВК-322	БВК-422
Бесконтактный датчик БВК-323	БВК-423
Бесконтактный датчик БВК-324	БВК-424
Бесконтактный датчик КВД-6М	ПИЩ-6-1, ПИЩ-6-3

Пакетные выключатели

Таблица 19

Аналоги пакетных выключателей

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена	Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
ПВ1-10	ВП1-16	ПВ1-25	ВП1-40
ПВ2-10	ВП2-16	ПВ2-25	ВП2-40
ПВ3-10	ВП3-16	ПВ3-25	ВП3-40

Сигнальная аппаратура

Таблица 20

Аналоги устройств сигнальной аппаратуры

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
АС-220	СКЛ-11
АЕ	СКЛ-11
АЕР	СКЛ-11

Окончание табл. 20

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
АВР 22 мм	СКЛ-12, СКЛ-14, AL-22 (230 В), AD-22DS (230 и 24 В)
АВР 16 мм	СКЛ-16, СКЛ-18
AM	СКЛ-12, СКЛ-14, AD-22DS (230 и 24 В), AL-22 (230 В)
AME	СКЛ-12, СКЛ-14, AD-22DS (230 и 24 В), AL-22 (230 В)
АСЛ	СКЛ-12, СКЛ-14, AL-22 (230 В), AD-22DS (230 В)
АСКМ	СКЛ-15, СКЛ-17
АС-1201	СКЛ-16, СКЛ-18

Пускатели магнитные

Таблица 21

Аналоги магнитных пускателей

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Пускатель магнитный ПМЛ-1100, ПМЛ-1160М	CJX2-10910 (до 9 А), CJX2-11210 (до 12 А)
Пускатель магнитный ПМЛ-2100, ПМЛ-2160М	CJX2-22510
Пускатель магнитный ПМЛ-3100, ПМЛ-3160М	CJX2-34011
Пускатель магнитный ПМЛ-4100, ПМЛ-4160М	CJX2-46511

Реле тепловые

Таблица 22

Аналоги тепловых реле

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле электротепловое токовое ТРН 10	РТТ-111
Реле электротепловое токовое ТРН 25	РТТ-111
Реле электротепловое токовое РТЛ-1001	РТЛ 09301

Окончание табл. 22

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Реле электротепловое токовое РТЛ-1002	РТЛ 09302
Реле электротепловое токовое РТЛ-1003	РТЛ 09303
Реле электротепловое токовое РТЛ-1004	РТЛ 09304
Реле электротепловое токовое РТЛ-1005	РТЛ 09305
Реле электротепловое токовое РТЛ-1006	РТЛ 09306
Реле электротепловое токовое РТЛ-1007	РТЛ 09307
Реле электротепловое токовое РТЛ-1008	РТЛ 09308
Реле электротепловое токовое РТЛ-1010	РТЛ 09310
Реле электротепловое токовое РТЛ-1012	РТЛ 09312
Реле электротепловое токовое РТЛ-1014	РТЛ 09314
Реле электротепловое токовое РТЛ-1016	РТЛ 12316
Реле электротепловое токовое РТЛ-1021	РТЛ 16321
Реле электротепловое токовое РТЛ-1022	РТЛ 25322
Реле электротепловое токовое РТЛ-2053	РТЛ 40353
Реле электротепловое токовое РТЛ-2055	РТЛ 40355
Реле электротепловое токовое РТЛ-2057	РТЛ 63357
Реле электротепловое токовое РТЛ-2059	РТЛ 63359
Реле электротепловое токовое РТЛ-2061	РТЛ 63361
Реле электротепловое токовое РТЛ-2063	РТЛ 80363

Устройства защиты

Таблица 23

Аналоги устройств защиты

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Устройство блокировки при неисправностях цепей напряжения КРБ 11	КРБ 13
Устройство блокировки при качаниях КРБ 121	КРБ 123
Устройство блокировки при качаниях КРБ 122	КРБ 124
Устройство блокировки при качаниях КРБ 123	КРБ 125
Устройство блокировки при качаниях КРБ 124	КРБ 126

Окончание табл. 23

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Комплект защиты КЗ 1	КЗ 9/2
Комплект защиты КЗ 2	КЗ 12
Комплект защиты КЗ 3	КЗ 13
Комплект защиты КЗ 4	КЗ 14
Комплект защиты КЗ 5	КЗ 15
Комплект защиты КЗ 31	КЗ 35
Комплект защиты КЗ 32	КЗ 36
Комплект защиты КЗ 33	КЗ 37
Комплект защиты КЗ 34	КЗ 38
Реле мощности обратной последовательности РМОП 1М	РМОП 2
Реле повторного включения РПВ-58, РПВ-69Т	РПВ-01
Реле повторного включения РПВ-258	РПВ-02
Реле частоты РЧ-1, РЧ-2	РСГ-11

Электромагниты

Таблица 24

Аналоги электромагнитов

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Электромагнит МИС-1100	ЭМ-33-41111
Электромагнит МИС-1200	ЭМ-33-41311
Электромагнит МИС-2100	ЭМ-33-51111
Электромагнит МИС-2200	ЭМ-33-51311
Электромагнит МИС-3100	ЭМ-33-51111
Электромагнит МИС-3200	ЭМ-33-51311
Электромагнит МИС-4100	ЭМ-33-61111
Электромагнит МИС-4200	ЭМ-33-61311
Электромагнит МИС-5100	ЭМ-33-71111
Электромагнит МИС-5200	ЭМ-33-71311
Электромагнит МИС-6100	ЭМ-44-37-1121

Окончание табл. 24

Наименование, серия или тип	Рекомендуемая замена
Электромагнит МИС-6200	ЭМ-44-37-1321
Электромагнит ЭД-041	ЭМ-33-41111
Электромагнит ЭД-042	ЭМ-33-41311
Электромагнит ЭД-051	ЭМ-33-41111
Электромагнит ЭД-052	ЭМ-33-41311
Электромагнит ЭД-061	ЭМ-33-51111
Электромагнит ЭД-062	ЭМ-33-51311
Электромагнит ЭД-071	ЭМ-33-61111
Электромагнит ЭД-072	ЭМ-33-61311
Электромагнит ЭД-091	ЭМ-44-37-1121
Электромагнит ЭД-092	ЭМ-44-37-1321

Литература

1. *Кашкаров А.П.* Радиолюбители выживают, но не сдаются... // Радіоаматор.— 2006.— № 6.— С. 12.
2. *Кашкаров А.П.* Разговаривая с оппонентом — всегда улыбайся // Радиомир — Ваш компьютер.— 2005.— № 5.— С. 22.
3. *Кашкаров А.П.* Подбор диодов для пар // Радиомир.— 2004.— № 10.— С. 18.
4. *Кашкаров А.П.* Что могут стабилитроны? // Радиомир.— 2004.— № 9.— С. 36.
5. *Кашкаров А.П.* Звуковые автомобильные сигнализаторы // Радиомир.— 2000.— № 6.— С. 21.
6. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Схемы для быта и отдыха.— М.: ИП РадиоСофт, 2003.— 96 с.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 3).
7. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Электронные помощники.— М.: ИП РадиоСофт, 2004.— 140 с.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 7).
8. *Кашкаров А.П.* Радиолюбителям: Электронные узлы.— М.: ИП РадиоСофт, 2006.— 270 с.— (Книжная полка радиолюбителя. Вып. 10).
9. В помощь радиолюбителю. Вып. 1. Информационный обзор для радиолюбителей.– М.: NT Press, 2005.— С. 32, С. 54 /Кашкаров А.П./ (Электроника своими руками).
10. *Кашкаров А.П.* Электронные схемы для настоящего хозяина.— М.: РадиоСофт, 2006.— 112 с.
11. *Кашкаров А.П.* Универсальный корпус // Радиомир.— 2005.— № 3.— С. 21.
12. *Кашкаров А.П.* Варианты включения пьезоэлектрических излучателей и мигающего светодиода // Радио.— 2005.— № 8.— С. 62.
13. *Кашкаров А.П.* «Полевой» кипятильник // Радиомир.— 2005.— № 6.— С. 19.
14. *Кашкаров А.П.* Коммутатор нагрузки // Радиомир.— 2005.— № 6.— С. 36.
15. *Кашкаров А.П.* Трехвыводные проходные конденсаторы // Радиомир.— 2005.— № 8.— С. 42.

16. *Кашкаров А.П.* Эффективное использование многослойных керамических конденсаторов // Радиомир.— 2005.— № 7.— С. 40.
17. *Кашкаров А.П.* Проверяем трансформаторы и катушки индуктивности // Электрик.— 2005.— № 6.— С. 30.
18. *Кашкаров А.П.* Стабилитрон в качестве невосстанавливающегося предохранителя // Электрик.— 2005.— № 10.— С. 23.
19. *Кашкаров А.П.* Детектор валюты на светодиоде // Радиомир.— 2006.— № 6.— С. 43.
20. *Кашкаров А.П.* УФ светодиоды на дискотеке // Радиомир.— 2006.— № 8.— С. 43.
21. *Кашкаров А.П.* Терморезисторы // Радиолюбитель.— 2006.— № 9.— С. 62.
22. Маркировка электронных компонентов.— М.: Додэка-XXI, 2004.— 208 с.
23. *Рюмик С.Н.* Все о мигающих светодиодах // Радиохобби.— 2002.— № 1.— С. 31.
24. *Малашевич Б.Н.* Отечественные ДМОП транзисторы // Схемотехника.— 2002.— № 7.— С. 53–54.
25. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник.— М.: Радиолюбитель, 2000.— 138 с.
26. Транзисторы средней и большой мошности.— М.: Радио и связь, 1994.— 120 с.
27. *Кашкаров А.П.* Оптоэлектронные МОП реле // Радиомир.— 2005.— № 9.— С. 40.
28. *Кашкаров А.П.* Некоторые отечественные аналоги популярных зарубежных радиоэлементов // Радиохобби.— 2003.— № 2.— С. 31.
29. *Кашкаров А.П.* Некоторые данные по микроконтроллерам семейства PICxxxx и Atmel PICxxx // Радиолюбитель.— 2006.— № 7.— С. 66.
30. *Кашкаров А.П.* Современные предохранители и термостаты для радиоаппаратуры и бытовой техники // Радиолюбитель.— 2006.— № 8.— С. 32.
31. *Юшин А.М.* Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги: Справочник.— М.: РадиоСофт, 2003 (в 5-ти томах).— 346 с.

Справочный материал использован из каталогов

1. Semiconductor Short Form — Temic Semiconductor, 1997.
2. Farnell. Der Elektronik Katalog. Februar 1998.— Germany, 1998.
3. Small-Signal Semiconductors. Short Form Catalog 06.96.— Siemens, 1996.
4. Motorola Semiconductor Master Selection Guide.— Motorola, 1997.
5. Setron. Technischer Katalog 1996/97.— Germany, 1997.
6. Communications Components Designer's Catalog.— Hewlett Packard Co., 1997.
7. Pan Jit. Data Book.— CD-ROM, 1998.
8. Maxim Gesamtubersicht. Programm 1/98.— CD-ROM, 1998.
9. Seiko Instruments Inc. SII Components.— CD-ROM, 1998.
10. Analog Devices. Designers Reference Manual. Winter 97/98.— CD-ROM, 1998

Справочный материал использован с сайтов Интернета

http://www.motoizh.ru
http://entertainment.ivlim.ru/showsite.asp?id=75871
http://www.ntpo.com/electronics
http://www.povt.ru/povt2/?mode=downloads&area=9
http://qrx.narod.ru/spravka/pr_om.htm
http://www.platan.ru/td_pltn/15.htm
http://datagor.ru
http://www.radioscanner.ru/forum/topic987-5.html
http://kazus.ru/guide/index.html
http://www.electro-shema.ru/termo.html
http://cxem.net/avto/alarm/alarm5.php
http://www.home-master.info/lessons.php?page=1



Рис. 1.1. Различные корпуса радиоэлектронных элементов

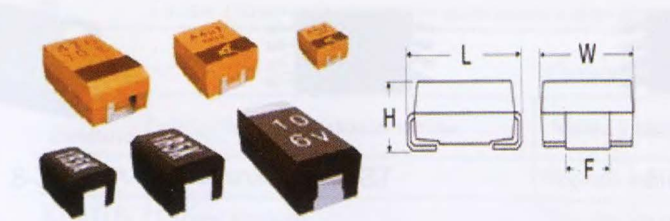


Рис. 1.2. Форма корпусов конденсаторов, резисторов, диодов, стабилитронов в SDM исполнении

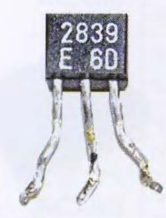


Рис. 1.3. Маркировка метками на корпусе SDM элементов

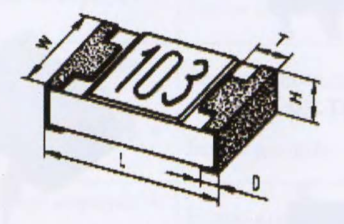


Рис. 1.4. Цифровая маркировка на корпусе SDM элементов

Внешний вид подстроечных резисторов Bourns 3303W и аналогов

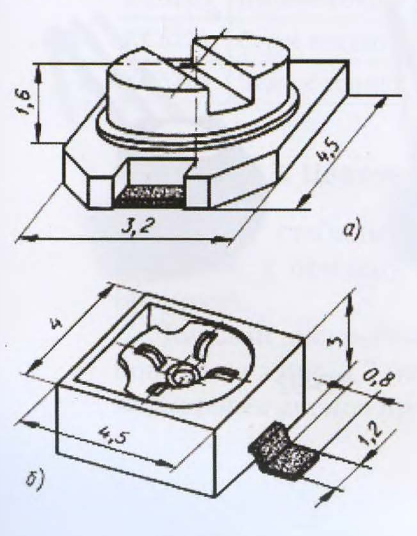


Рис. 1.5.



Рис. 1.6.

Внешний вид керамических конденсаторов
с цветовой маркировкой

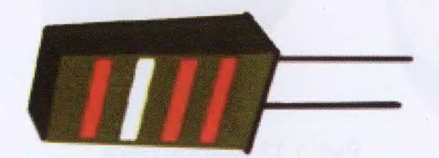


Рис. 1.7.

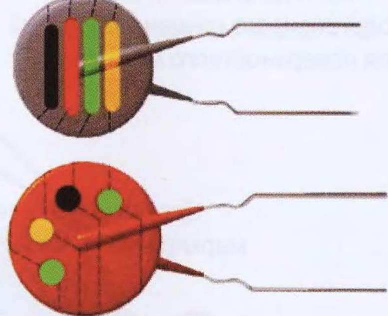


Рис. 1.8.

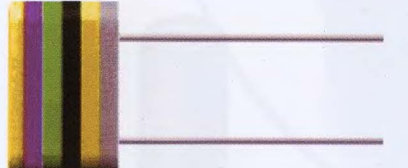


Рис. 1.9.



Рис. 1.10. Внешний вид керамических конденсаторов с цифровой (кодовой) маркировкой

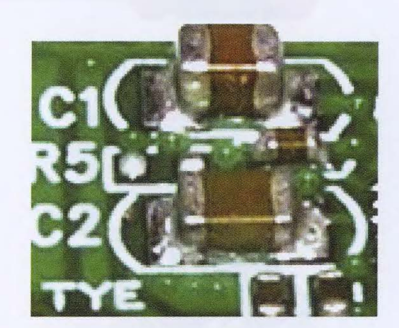


Рис. 1.11. Конденсатор, установленный на плате поверхностным монтажом



Рис. 1.12. Внешний вид подстроечного конденсатора для поверхностного монтажа



Рис. 1.13. Маркировка оксидного конденсатора для поверхностного монтажа

Цветовая и кодовая (цифровая) маркировка элементов индуктивностей



Рис. 1.14.

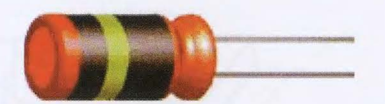


Рис. 1.15.



Рис. 1.16.



Рис. 1.17. Подстроечная катушка для поверхностного монтажа



Рис. 2.1. Капсюль 1205FXP



Рис. 2.2. Капсюль FMQ-2718B



Рис. 2.3. Капсюль KPX-1212B
и другие в аналогичном корпусе

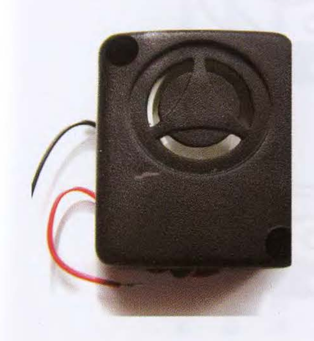


Рис. 2.4. Капсюль KPS-19-12



Рис. 2.5. Капсюль
PKLS1212E4001-R1



Рис. 2.6. Цветовая (полосками) маркировка варикапов, диодов, стабилитронов и стабисторов

Рис. 2.7. Цветовая (точечная) маркировка дискретных варикапов, диодов, стабилитронов, стабисторов

Цветовая (точечная) маркировка дискретных транзисторов в корпусах КТ26 (ТО-92)

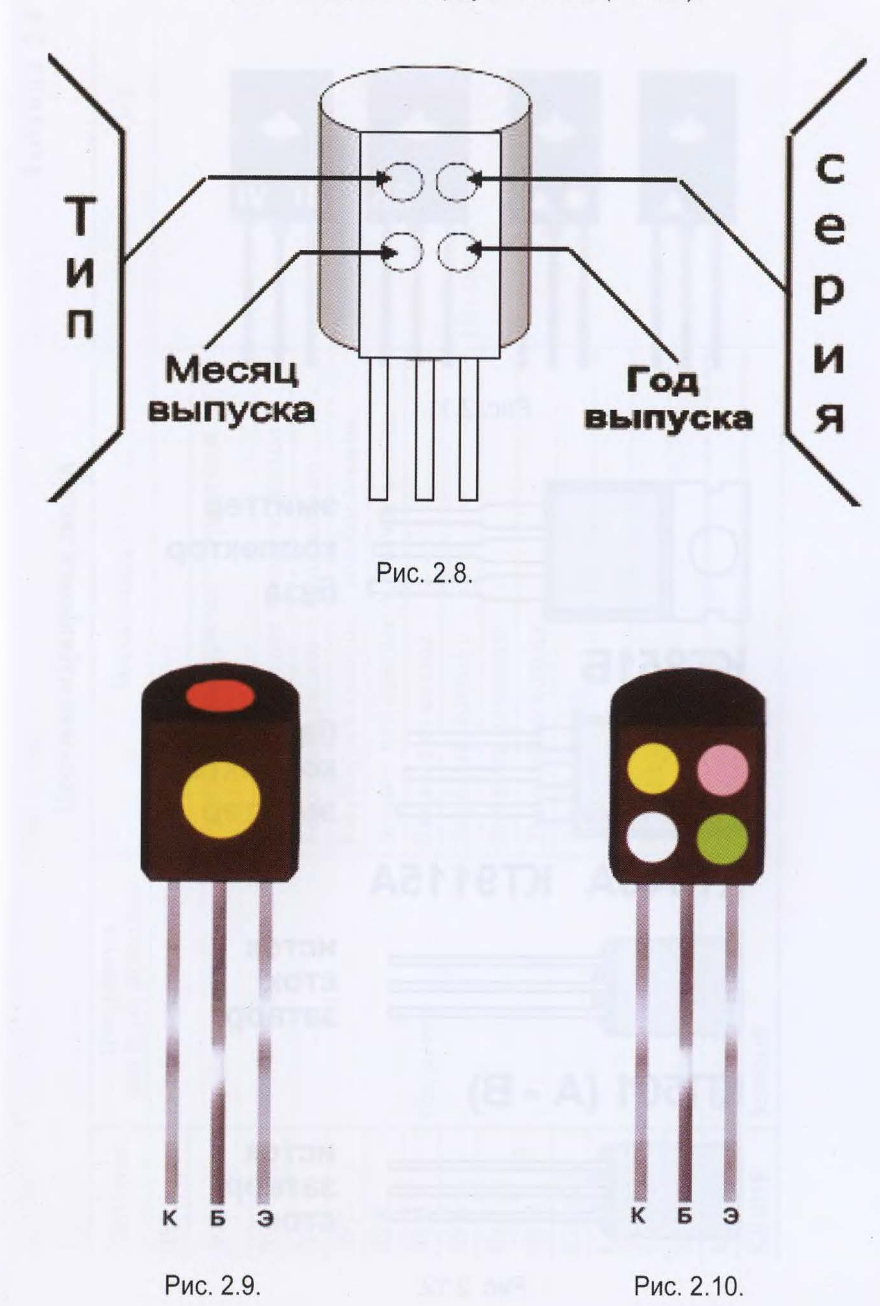


Рис. 2.8.

Рис. 2.9.

Рис. 2.10.

Цветовая (точечная) маркировка дискретных транзисторов в корпусах КТ27 (ТО-126)

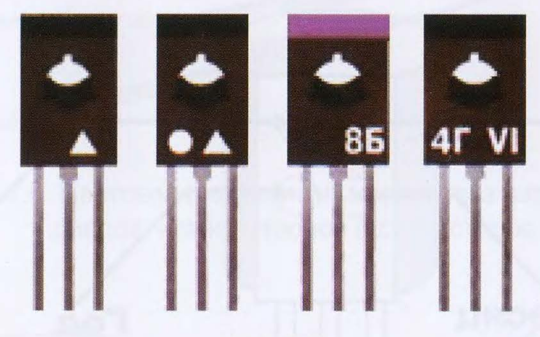
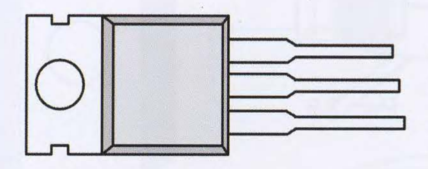
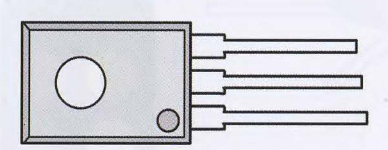
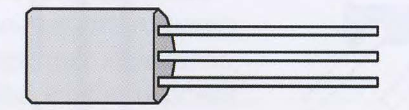


Рис. 2.11.







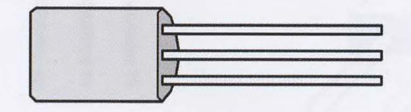


Рис. 2.12.